



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

PRODUKTIVITA PRÁCE V CIHLÁŘSKÉM PRŮMYSLU

PRODUCTIVITY OF WORK AT BRICK INDUSTRY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. PETR POPELÁŘ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAREL OSIČKA, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2011/12

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Petr Popelář

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Produktivita práce v cihlářském průmyslu

v anglickém jazyce:

Productivity of work at brick industry

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešení produktivity práce při zpracování příměsi slámy v technologickém procesu výroby cihel.

Cíle diplomové práce:

Úvod.

Rozbor technologie výroby cihelných bloků.

Rozbor složení směsi pro výrobu.

Požadavky na příměsi.

Rozbor stávajícího stavu zpracování příměsí.

Návrh nové technologie procesu zpracování příměsí.

Ekonomický rozbor nákladů na vstupní suroviny.

Technicko-ekonomické zhodnocení.

Ekologické hledisko technologického procesu.

Závěr.

Seznam odborné literatury:

HERAINOVÁ, Marcela. Cihlářská výroba a kamenina: Technologie keramiky-část VIII. 1. vydání Praha: Silikátový svaz, 2004. 40 s. ISBN 80-86821-07-2.

PYTLÍK, Petr a Radomír SOKOLÁŘ. Stavební keramika, technologie, vlastnosti a využití. 1. vydání Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003. 287 s. 80-7204-234-3

PYTLÍK, Petr. Cihlářství. 1. vydání Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 1995. 264 s. ISBN 80-214-0612-7.


KOCMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 2. vydání Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005. 270 s. ISBN 80-214-3068-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Osička, Ph.D.

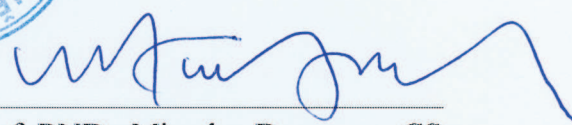
Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 21.11.2011





prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Popis technologického procesu výroby a přehled používaných surovin v cihlářském průmyslu, ze kterých jsou vyráběny pálené cihelné bloky. Zavedení drcené slámy jako nové suroviny pro výrobu, která má nahradit stávající zpracovávané dřevěné piliny především kvůli vysoké ceně dřeva. Výsledkem je celkové zhodnocení užitečných vlastností, nároků na zpracování těchto dvou surovin a jejich vzájemné porovnání z technologického a ekonomického hlediska.

Klíčová slova

Cihlářský průmysl, zpracování slámy, drcená sláma, využití slámy v průmyslu.

ABSTRACT

Description of the technological process of production and overview of materials applied in the brick-making industry, which are used for the manufacture of fired bricks. The introduction of ground straw as a new material for brick making, which should replace the currently processed sawdust, mainly due to the high price of timber. The result is an overall evaluation of useful characteristics, demands on processing these two materials and their mutual comparison from a technological and economic point of view.

Key words

Brick industry, straw processing, crushed straw, straw utilization in industry.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

POPELÁŘ, Petr. Produktivita práce v cihlářském průmyslu. Brno 2012.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství,
Ústav strojírenské technologie. 56s. 2 přílohy. Ing. Karel Osička, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Produktivita práce v cihlářském průmyslu* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum: 11. 5. 2012

.....
Bc. Petr Popelář

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu Ing. Karlu Osičkovi, Ph.D. za hodnotné rady a připomínky při tvorbě této práce.

Dále děkuji prof. Ing. Miroslavu Piškovi, CSc. za cenné informace při řešení formální stránky práce.

Děkuji mé rodině, která mě v mém studijním úsilí po celou dobu podporovala.

Děkuji také kolegům v zaměstnání, Janu Smolovi a Dušanu Lukášovi za konzultace a vstřícný přístup v záležitostech týkajících se mého studia na VUT FSI v Brně.

OBSAH

Úvod	10
1 Historie cihlářství.....	11
2 Rozbor technologie výroby cihelných bloků	14
2.1 Těžba	14
2.2 Haldování	15
2.3 Mletí	15
2.4 Odležení	16
2.5 Závěrečná homogenizace	17
2.6 Vakuování	17
2.7 Lisování a odřezávání	18
2.8 Sušení.....	18
2.9 Pálení.....	19
2.10 Broušení	20
2.11 Balení.....	21
3 Rozbor složení směsi pro výrobu.....	22
3.1 Cihlářská zemina	22
3.2 Cihelný výměť.....	22
3.3 Lehčiva	22
3.3.1 Papírový odpad	22
3.3.2 Piliny.....	22
3.3.3 Polystyren.....	22
3.3.4 Sláma.....	23
3.4 Ostřiva	23
3.4.1 Uhlý prach, briketová drť	23
3.4.2 Cihelný prach.....	23
3.4.3 Křemenný písek	23
3.4.4 Škvára.....	23
3.4.5 Metalurgické strusky.....	23
3.4.6 Popílek z elektrofiltrů	23
3.4.7 Skelné střepy	24
3.4.8 Vápencové odpady	24
3.5 Taviva	24

3.6	Voda.....	24
3.7	Barviva.....	24
3.8	Ztužovadla.....	24
4	Požadavky na příměsí.....	25
4.1	Vylehčení.....	25
4.2	Izolace	25
4.3	Vlhkost.....	25
4.4	Nasákavost	25
4.5	Výhřevnost	26
4.6	Technologická zpracovatelnost	26
5	Rozbor stávajícího stavu zpracování příměsí	27
5.1	Popis technologického procesu.....	27
5.1.1	Blokové schéma procesu.....	28
5.2	Technické parametry	29
5.2.1	Objem produkce linky.....	29
5.2.2	Objemová hmotnost pilin	29
5.2.3	Provozní náklady.....	29
5.2.4	Cena zpracovaných pilin.....	31
5.3	Účinnost pilin	31
5.3.1	Stanovení obsahu pilin.....	32
6	Návrh nové technologie procesu zpracování příměsí	33
6.1	Popis technologického procesu.....	33
6.1.1	Blokové schéma procesu.....	34
6.2	Technické parametry linky.....	35
6.2.1	Hmotnost balíku	35
6.2.2	Objemová hmotnost slámy.....	35
6.2.3	Objem produkce linky.....	36
6.2.4	Provozní náklady.....	37
6.2.5	Cena zpracované slámy	38
6.3	Účinnost slámy	38
6.3.1	Výrobní zkoušky.....	39
6.3.2	Stanovení obsahu slámy	39
7	Ekonomický rozbor nákladů na vstupní suroviny	40
7.1	Pořízení suroviny	40
7.2	Manipulace, skladování a obsluha linky.....	40
7.3	Zpracování surovin	40

8	Technicko-ekonomické zhodnocení	41
8.1	Produkce linky	41
8.2	Spotřeba elektrické energie	41
8.3	Cena zpracované suroviny	42
8.4	Výhřevnost surovin	42
8.5	Snížení OH střepu	43
8.5.1	Stanovení přepočtového koeficientu množství.....	43
8.6	Cena ekvivalentního množství slámy	44
8.7	Úspora z nižší ceny drcené slámy.	44
8.8	Úspora z nižší spotřeby plynu.....	45
8.9	Celková úspora	45
9	Ekologické hledisko technologického procesu	46
9.1	Obnovitelnost energie	46
9.2	Dopravní obslužnost.....	46
9.3	Emise prachu.....	46
9.4	Snížení energetické náročnosti sušení	46
9.4.1	Snížení vlhkosti výrobků	47
9.4.2	Úprava tvaru výrobku	47
9.5	Snížení energetické náročnosti provozu staveb	47
9.6	Emise komínových plynů	48
10	Diskuze.....	49
10.1	Emise spalín	49
10.2	Objemové zkoušky	49
10.3	Vlivy surovin.....	50
10.4	Přídavek vody.....	50
10.5	Údržba zařízení	50
10.6	Zvýšení účinnosti	50
	Závěr	51
	Seznam použitých zdrojů	52
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	54
	Seznam příloh	56

ÚVOD

Rozvíjející se průmysl klade stále vyšší požadavky na výrobky. S tím jsou úzce spojeny i nároky na jejich výrobu, které s každou inovací ve výrobě stoupají. Aby bylo možné dosáhnout požadavků trhu, což je v dnešní době především kvalita a cena, je nutné tyto dva faktory posouvat až na samé limity. Při dosahování vysoké kvality je mnohdy velmi obtížné dosáhnout nízkých nákladů na výrobu. Proto se neustále hledají cesty, jak těmto vzrůstajícím požadavkům trhu vyhovět. Ve výrobě má na náklady významný vliv technologie, strojní vybavení, cena energií a surovin, které při výrobě budou významným způsobem promlouvat do výsledné ceny výrobků. Změna technologie či strojního vybavení je ve většině případů provázena vysokými pořizovacími náklady. Nicméně i sebelepší technické vybavení ne vždy přinese takovou úsporu, jakou může přinést snížení pořizovací ceny surovin potřebných k výrobě. Z těchto důvodů je snahou podniků, především těch, které k výrobě potřebují velké objemy surovin minimalizovat náklady na jejich zařízení. Jestliže již ale není možné snížit cenu, je nutné hledat alternativní suroviny nebo technologie, které by dokázaly účinně a zároveň efektivně nahradit ty dosud využívané. Jestliže se takové inovace daří úspěšně aplikovat do výrobního procesu, stává se tak firma méně závislou na konvenčně využívaných surovinách. Z toho plynou výhody, které v silně konkurenčním prostředí mohou znamenat hranici mezi úspěchem a neúspěchem.

V následujícím textu bude hovořeno o inovaci v cihlářském průmyslu a to zejména o tvorbě rovnocenných náhrad vstupní suroviny z již zmíněných důvodů. Cihlářská výroba zpracovává velké množství převážně odpadních surovin, jako je například papírový výmět nebo dřevěné piliny, které jsou zpracovávány v množství až desítek tun za hodinu. V minulosti byly tyto odpadní produkty zpracovávány v menší míře. Podniky, které odpady produkovaly, měly relativně snadným způsobem zajištěnou jejich likvidaci a od toho se odvíjela i cena těchto odpadů, která byla nesrovnatelně nižší v porovnání se současným stavem. Zvýšení poptávky a využití těchto odpadů v jiných oblastech průmyslu způsobilo nárůst jejich ceny. Zaváděním nových, především cenově výhodnějších surovin do technologického procesu, které mohou být rovnocennou náhradou je možné zásadním způsobem ovlivnit výrobní náklady a získat tak potřebnou konkurenční výhodu.

1 HISTORIE CIHLÁŘSTVÍ

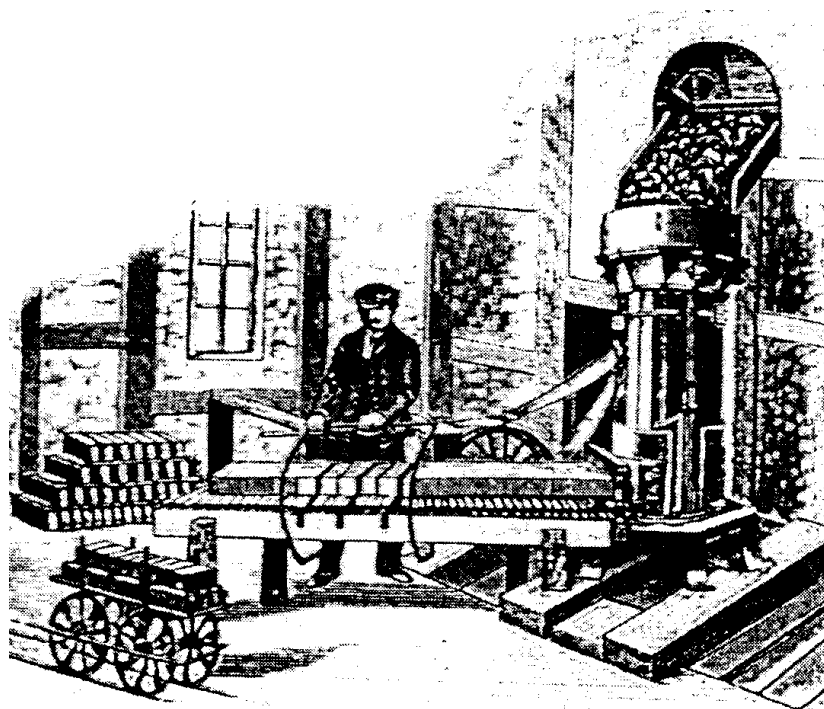
Výrobou keramiky se lidé zabývali již tisíce let před naším letopočtem. Je to tedy jedna z nejstarších dovedností, která má své kořeny již v dobách Babylonských. Velké množství starobylých hliněných nádob a stavebních výrobků, které byly směsí hlíny a stonků rostlin pocházejí právě z Mezopotámie, čemuž do jisté míry pomohla i její poloha. Okolí řek Eufrat a Tigris byly často v jarních měsících zužovány záplavami nízko položených oblastí, které z toho důvodu nebyly osídlovány. Při povodních docházelo k vyplavení velkého množství hlíny, rostlin a kamení na okolní pláň, jež po ústupu vody zpět do koryt řek zůstávaly na jejich březích. Jelikož se jednalo o hojně dostupný materiál, naučili se ho obyvatelé Mezopotámie využívat i ve stavitelství. Největší cihelné stavby byly postaveny již v Babylonské říši, která vznikla v období 2000 let před naším letopočtem (např. „babylonská věž“). Cihly byly nepálené nebo pálené na nízkou teplotu. Babylonskou kulturu převzali Peršané, kteří při stavbách chrámů použili i glazované cihly. Výroba vypálených cihel se vyvíjela i v Egyptě, Číně a Indii. Také v Řecku a později v Římě byla výroba cihel známá, ovšem Řekové dávali přednost dřevu jako stavebnímu materiálu [3]. První záznamy o cihlářské výrobě cihel a střešní krytiny v Čechách jsou datovány již v 9. století. Obr. 1 z roku 1410 ukazuje jedno z nejstarších vyobrazení výroby pálené krytiny [2].



Obr. 1 Historická výroba střešní krytiny [2].

Od 16. století je v Čechách pálená cihla hojně využívána ke stavění. Výroba ovšem stále probíhá ručně a vypalovány byly v periodických pecích. S růstem populace a průmyslu v 19. století rostly i požadavky na cihlářské výrobky a to jak kvalitativně, tak kapacitně. To vedlo k počátkům rozvoje mechanizace. Doposud používané mlíře nahradily modernější periodické pece. Následně v letech 1858 Hoffmann zavedl energeticky úspornější kruhové pece a Otto Bock v roce 1879 patentoval první tunelovou pec, jejíž obdoba je využívána i v dnešních velkokapacitních provozech. První vertikální lis poháněný koňmi byl patentován v roce 1859 Schlickeysenem, který jej o 5 let později upravil na parní pohon, jak ukazuje obr. 2 [2].

Dále následoval první horizontální šnekový lis z roku 1865, jenž je v moderní podobě s vakuovou komorou používán i dnes, revolverový lis na střešní krytinu z roku 1875 a například první vakuový lis uveden do provozu v roce 1933. Ruční manipulace s výrobky stále neumožňovala zvýšení objemu výroby. Ke zvýšení produkce velkou měrou přispěl Keller, který v roce 1894 zavedl etážovou manipulaci, s čímž následně souviselo plně automatické ukládání výrobků na latě (1910). S modernizací manipulačních prostředků byla úzce svázána i modernizace sušáren a vypalovacích pecí. V Čechách byla kvůli klimatickým podmínkám cihlářská výroba sezonní záležitostí, a to především z důvodu sušení výrobků, které ovlivňovalo počasí. Modernizace nadpečních sušáren s sebou přineslo výrazné prodloužení výrobní sezony a navýšení produkce. Každá cihlářská výroba měla v té době spíše lokální charakter a to především kvůli špatné dopravní infrastruktuře. Poptávka byla kompenzována množstvím cihelen, přičemž jen v brněnském obvodu bylo dle statistických údajů z roku 1885 zaznamenáno na 438 cihelen, z nichž pouze 4 bylo možné prohlásit za továrny [2].



Obr. 2 Historický šnekový lis poháněný parním strojem [2].

Ještě v roce 1948 existovalo na našem území 540 cihelen, transformovaných na národní podniky, které spadaly pod správu Čs. keramických závodů. Převážně se vyráběly cihly, ale také střešní tašky. V roce 1950 se objevil první formát děrované cihly CDM a zároveň byla zrušena výroba pálené krytiny. V období 1958 až 1963 bylo 130 cihelen zavřeno. V roce 1960 došlo ke změně organizační struktury cihelen podle nového krajského uspořádání, celé odvětví zastřešovaly Čs. cihlářské závody. Cihelny se v této době pouštějí i do výroby vápenopískových cihel a betonové krytiny. Znovu se ale rozjíždí výroba pálených střešních tašek. Po roce 1989 dochází k privatizaci a zrušení oborového členění. V roce 1992 vznikají u nás první velkorozměrové formáty cihel. V roce 1993 zakládají cihlářské firmy Cihlářský svaz Čech a Moravy [11].

Svaz v současné době sdružuje 10 řádných členů s 25 závody, které vyrábějí pálené stavební materiály. Výrobci, členové cihlářského svazu, představují 92% kapacit zdících materiálů v České republice a 100% kapacit pálené střešní krytiny. Mezi největší výrobce pálených materiálů pro svislé a vodorovné konstrukce patří firmy Wienerberger cihlářský průmysl, a. s., HELUZ s.r.o. a HELUZ cihlářský průmysl v. o. s. Pálenou krytinu pak vyrábí firma TONDACH Česká republika, s. r. o. [12].

2 ROZBOR TECHNOLOGIE VÝROBY CIHELNÝCH BLOKŮ

Technologie výroby je v každém výrobním podniku specifická, což je ovlivněno především rozdílnými vlastnostmi surovin, které jsou k výrobě používány a také technickou vybaveností provozu. Podstata technologického procesu výroby však zůstává velmi podobná.

2.1 Těžba

Příprava suroviny před lisováním je jeden z nejdůležitějších aspektů kvalitní výroby. Je možné říci, že požadovaným výstupem správné přípravy suroviny je vysoká míra zdrobnění a homogenizace. S ohledem na požadovanou kvalitu výrobku je nutné k výrobě používat i vhodné suroviny, ze kterých je výsledná směs vyráběna. Základní surovinou pro výrobu je cihlářská hlína, která je částí cesty vedoucí ke kvalitnímu výrobku. Vhodnost hlíny se posuzuje mnoha aspekty, dle kterých se vybírá vhodná lokalita pro těžbu. Vzhledem k velkému objemu zpracovávané suroviny (až $70 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$) u moderních provozů je důležité brát v úvahu logistické procesy, které se přímo vztahují na cenu za jednotku suroviny. Tudíž se výroby umisťovaly co nejbližší dobývacího prostoru, odkud je surovina těžena. Po vymezení dobývacího prostoru a odebrání skrývky začíná vlastní těžba v dobývacím prostoru (viz. obr. 3). Těžba je prováděná korečkovými bagry či lžícovými rypadly. V této fázi dochází k prvotnímu rozmělnění a promíchání suroviny.



Obr. 3 Dobývací prostor těžby.

2.2 Haldování

Pomocí čelního nakladače je surovina z dobývacího prostoru přemísťována na nákladní auta a následně odvážena do bezprostřední blízkosti provozu. Zde dochází k vytváření technologické a pojistné zásoby hlíny (cca 150000 tun). Tato činnost se nazývá haldování. Hlína je zde v haldě ponechána více jak 6 měsíců, zde je průběžně navážena a odebrána. Tímto způsobem uskladňování dochází k promíchání hlíny a působení povětrnostních vlivů. To má pozitivní vliv na rozpad natěžených kusů hlíny.

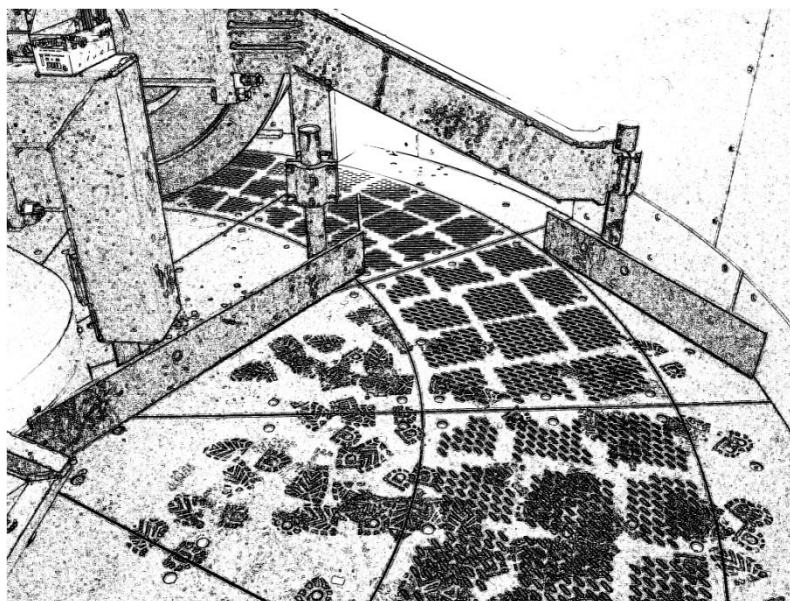
2.3 Mletí

Z haldy je surovina systematicky odebrána a nakládána do skříňového podavače, ze kterého je v potřebném množství dávkována do kolového mlýna. V této fázi přichází na řadu i ostatní suroviny, tzv. příměsi. Tyto jsou také nakládány do skříňových podavačů vyobrazených na obr. 4 v případě cihelného, papírového výmětu či škváry, nebo jsou dopravovány do velkokapacitních silážních věží v případě pilin a slámy odkud jsou také ve vhodném množství dávkovány na společný pásový dopravník vedoucí do kolového mlýna. Všechny vstupní suroviny na tomto páse jsou míseny také s vodou tak, aby výsledná směs dosahovala požadované vlhkosti.



Obr. 4 Zavážení příměsí do podavačů.

Tyto vstupní suroviny je nutné důkladně promíchat a rozemlít na jemné částice, aby bylo dosaženo vysokého stupně zdrobnění surovin a důkladné homogenizace výsledné směsi. Toho je dosažováno několika stupni mísení a mletí. Jelikož jsou v surovinách obsaženy i velké hroudy a kameny, je nutné je nejprve na hrubo rozbít, rozemlít a promíchat. K tomuto účelu slouží kolový mlýn. Jeho činná část je vyobrazena na obr. 5. Principem je vertikální protlačování surovin horizontálně orientovaným kruhovým roštem s otvory (cca 20x50 mm) za pomoci dvou mlecích kol o hmotnostech vnějšího 14,5 a vnitřního 17,5 tun.

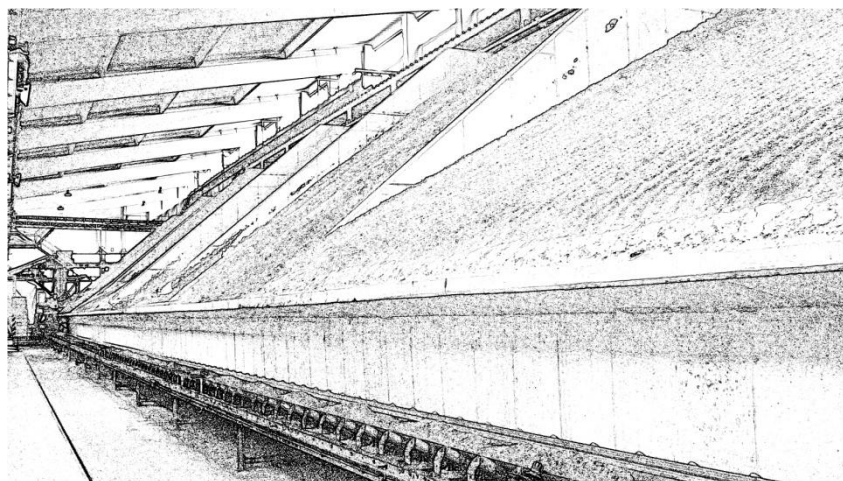


Obr. 5 Zdrobňovací rošť kolového mlýnu s běhounem.

Takto zpracovaná surovina propadává roštem na sběrný talíř a následně je pásovým dopravníkem přemísťována k dalšímu zpracování mlecím válcem. Jedná se o hrubé válcování. Dva sousední válce o průměru 1000 mm a šířce 800 mm, které se otáčejí sousledně odlišnou obvodovou rychlostí, aby docházelo k rozetření suroviny. Mezi válci je udržována mlecí mezera 2-3 mm. Následně je surovina mleta jemnými rychloběžnými válci o průměru 800 mm a šířce 1400 mm kde je udržována mlecí mezera do 0,9-1,2 mm. Zde dochází k maximálnímu zdrobnění částic.

2.4 Odležení

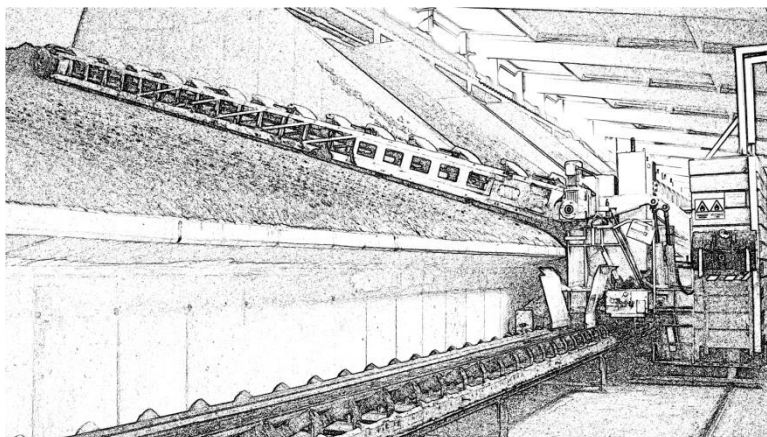
Rozemletá surovina po válcování je přepravována do velkokapacitních odležovacích boxů (viz. obr. 6) o celkové kapacitě 12000 tun. Zde je surovina z technologických důvodů ponechána alespoň 4 dny, aby došlo k rozpadu jílových shluků, hrudek a k rovnoměrnému rozložení vlhkosti v celém objemu suroviny.



Obr. 6 Odležovací boxy.

2.5 Závěrečná homogenizace

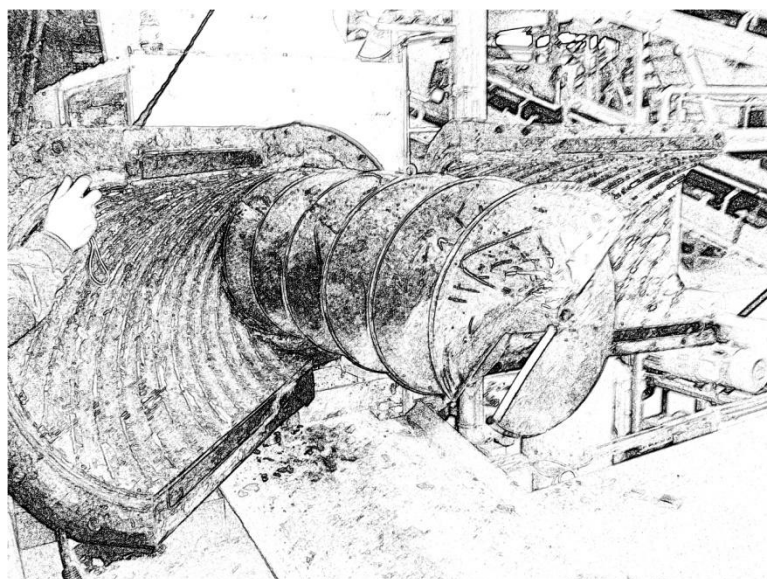
Z těchto odležovacích boxů je odebírána korečkovým rypadlem znázorněným na obr. 7 a následně dopravována k poslednímu zpracování bezprostředně před tlačním na šnekovém lisu. Surovina je ještě jednou promleta přes mlecí válce a následně dopravena do vertikálního síťového protlačovacího mísiče kde je sycena vodní párou, zamísena a protlačena přes síta s otvory 10x25 mm. Syčení párou pomáhá snížit vnitřní tření v surovině a také snižuje odpor při tváření v lise. Takto upravená směs padá do dvouhřídelového vakuového mísiče, kde je dovlhčena vodou. V mísiči je za pomoci lopatek a šneků provedena poslední fáze homogenizace.



Obr. 7 Korečkové rypadlo.

2.6 Vakuování

Z vakuové komory je za pomoci čerpadel odsáván vzduch o velikosti pracovního podtlaku 95 kPa, tím se směs zbavuje přebytečného vzduchu, jehož přítomnost by negativně ovlivňovala následné zhutnění sadou šneků o průměru až 720 mm a délce 3 metry, který je zakončen hlavovým šnekem se dvěma perutěmi, který je znázorněn na obr. 8.



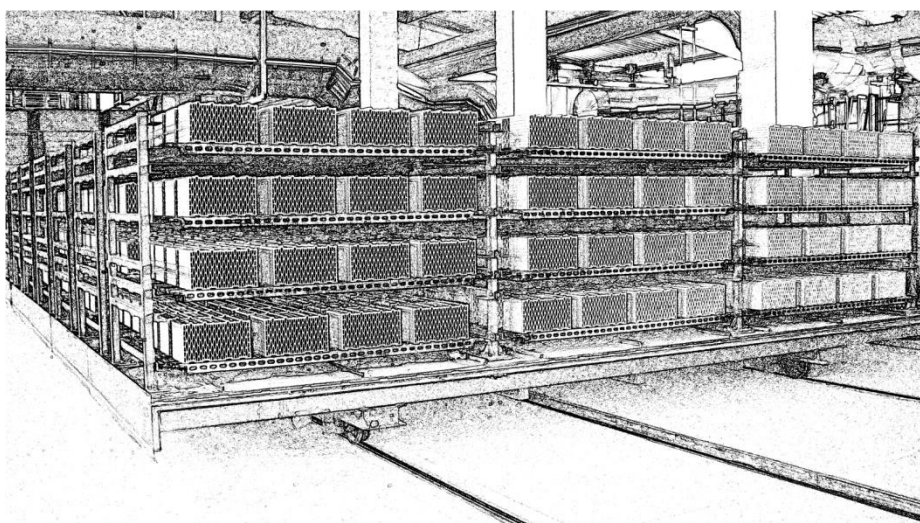
Obr. 8 Tlačný šnek horizontálního lisu.

2.7 Lisování a odřezávání

Tlačení na šnekovém lisu má za úkol surovinou směs ztuhnout a protlačit přes kuželové předústí a odpovídající tvarovou formu. Dochází tak ke kontinuálnímu tlačení proudu směsi. Tento proud směsi je po vytlačení formou dále posouván na pásovém dopravníku s měřeným posunutím. Vyhodnocování rychlosti posunutí je důležité pro následné přesné odřezávání nastavené výšky cihelného bloku, které se provádí vertikálně v odřezávacím zařízení za pomoci ocelového drátu ($\varnothing 0,8 - 1 \text{ mm}$), který je napínán a z důvodu opotřebení automaticky po časových cyklech odvíjen přes soustavu kladek. Tyto odřezané bloky jedoucí dále po pásovém dopravníku jsou odebírány robotickými manipulačními rameny se speciálně upravenými chapači a ukládány do sestav na transportní sušárenské latě. Takto upravené manipulátory jsou využívány také k překládání suchých bloků na pecní vozy, vykládání pálených bloků i k paletování.

2.8 Sušení

Sestavy bloků uložené na latích jsou přemísťovány pomocí ukládacího zdvihacího zařízení na transportní kolejové vozy uzpůsobené pro sušení (viz. obr. 9). Manipulace s vozy je následně realizována prostřednictvím soustavy horizontálních kladkostrojů s ocelovými lany a hydraulických posunovadel. Vozy jsou cyklicky tlačeny přes tunelové sušárny v nastavených intervalech dle charakteru výrobků. V těchto tunelech dochází k odloučení vlhkosti z tvarovek tepelným účinkem. Teplo odebírané z pece radiálními ventilátory při chlazení výrobků je přiváděno soustavou potrubí s regulací teploty s možností dohřevu vzduchu z chladicího pásma pece. Zde je z výrobků odebráno teplo, které akumulovaly při výpalu. Teplota takto ochlazených výrobků při vhodně nastaveném procesu chlazení dosahuje po výjezdu z pece hodnoty 40-60 °C. Maximální teplota vzduchu přiváděného pro sušení se pohybuje ve své maximální hodnotě do 120 °C. Rychlost průběhu sušení je nastavován a automaticky řízen systémem dle požadavků a charakteru sušených bloků.



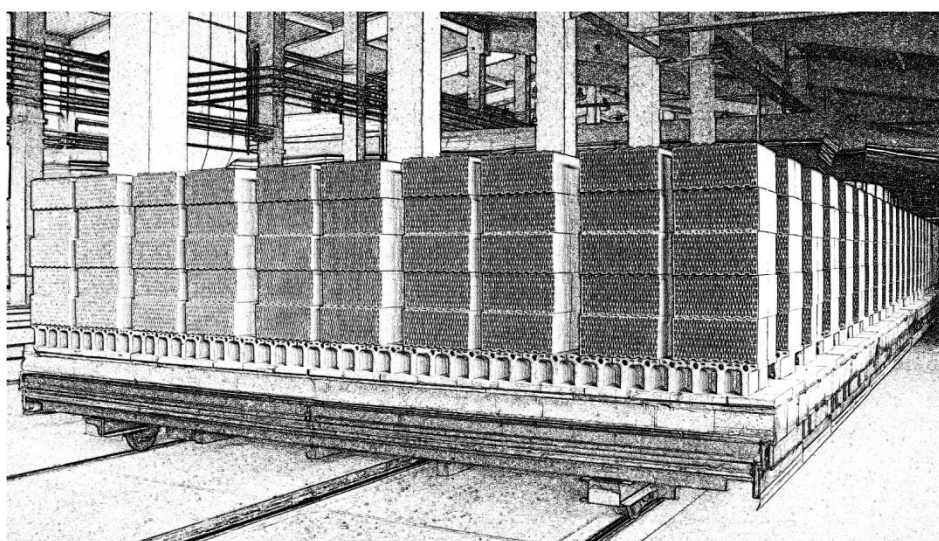
Obr. 9 Sušárenský vůz s výrobky.

2.9 Pálení

Po vysušení jsou kolejové vozy dopraveny na překladiště, kde jsou již vysušené cihelné bloky odebírány robotickými manipulačními rameny (viz. obr. 12) a ukládány do sestav na pecní kolejové vozy (viz. obr. 10) upravené tak, aby odolaly vysokým teplotám (až 1000 °C), při kterých dochází k výpalu. Podmínkou je chlazení podvozku a to především náprav s ložisky, které nesmí být vystaveny vysoké teplotě, při které by docházelo k degradaci použitých mazacích tuků a poškození oběžných drah valivých ložisek. Z těchto důvodů je teplota v podvozkové části za pomoci chladicích ventilátorů udržována na maximální hodnotě 65 °C. Prostupu tepla z hořákové části pece k podvozku zabezpečuje odolná izolace z drceného zásypaného keramického materiálu, který v kombinaci s šamotovou vyzdívkou a tvarovkami na povrchu vozu tvoří potřebnou kompaktní teplu odolnou vrstvu.

Tyto vozy s naloženými vysušenými tvarovkami jsou tlačeny tunelovou pecí ve stanovených cyklech. Prostřednictvím plynových hořáků je vytvářeno potřebné teplo ve vypalovacích pásmech. Zde je řízeno proudění a teplota vzduchu dle nastavené charakteristiky výpalu. Aktuální teplota je ověřována termočlánky. Na základě získaných údajů je automaticky upravován výkon hořáků a ventilátorů.

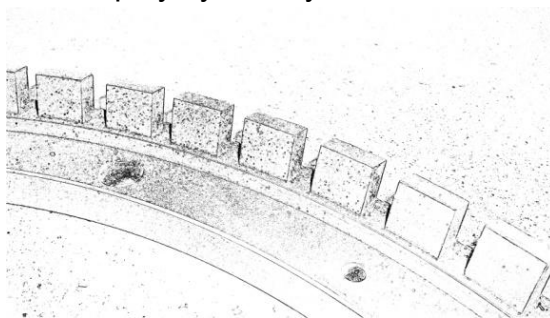
Proces výpalu je možné rozdělit na 5 základních částí. V první řadě dochází v předkomoře k mírnému předehevu, kdy teplota dosahuje 80-100 °C. V druhé části, v předžárovém pásmu dochází k ohřevu na teplotu 700-740°C. Třetí částí je vlastní výpal střepu při teplotě 870-880°C. V předposlední části jsou vozy posouvány do chladicího pásma, kde dochází k tzv. šokovému chlazení. Zde je teplo akumulované ve tvarovkách odsáváno ventilátory a přiváděno do sušáren. Tvarovky jsou chlazeny na teplotu 600°C. V poslední části dochází k pozvolnému dochlazování na výstupní teplotu z pece 40-60°C. Celý tento proces pálení proběhne za 15 hodin. Zplodiny vznikající při výpalu jsou odsávány pomocí ventilátorů do spalovacího zařízení s plynovými hořáky, kde jsou termickou oxidací před průchodem do komína čištěny. Tímto způsobem je zajištěno splnění emisních limitů pro daný provoz.



Obr. 10 Pecní vůz s výrobky.

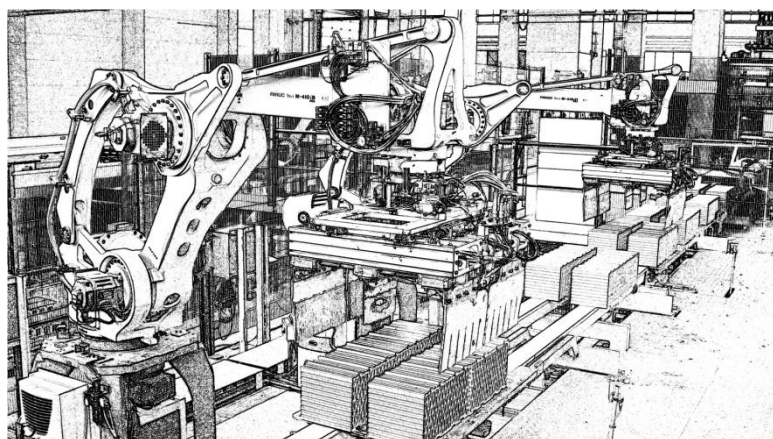
2.10 Broušení

Vypálené tvarovky na vozech jsou opět dopraveny na překladiště, kde dochází k jejich naložení na dopravní pásy vedoucí k broušicímu zařízení. Broušení je poslední operace zpracování bloků. Zde je každý jednotlivý cihelný blok vyrovnán soustavou kladek a pasů. Při průjezdu bruskou je broušena výška bloku na přesný rozměr 249 mm s maximální odchylkou 0,1 mm. Bruska obsahuje dvě broušicí stanice s párem kotoučů o průměru 650 mm v každé stanici. Samotný brusný nástroj je tvořen nosnou obručí přírubového tvaru, do které je usazeno 56 brusných kamenů, jehož část je patrná na obr. 11. Jejich abrazivní složka je tvořena polykrystalickým diamantem.



Obr. 11 Část obruče s brusnými segmenty.

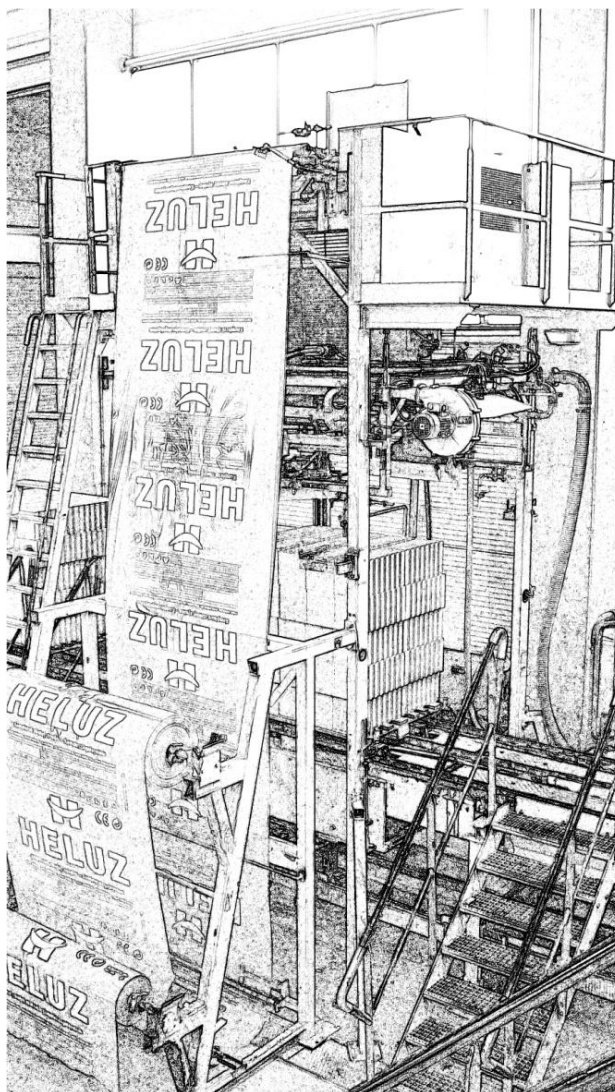
Řezná rychlost broušení je odlišná dle broušeného sortimentu v rozmezí 60-85 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ při posuvu 8-14 $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$. Broušený rozměr je nastavován pomocí servomotorů s inkrementálním odměřováním a převodem na lineární posunutí zabezpečeným kuličkovým šroubem. Minimální možný přírůstek lineárního posunutí je 0,01 mm. V první (hrubovací) stanici jsou broušené plochy zbaveny nerovností. Druhá (dokončovací) stanice má za úkol přesné obroušení na konečný požadovaný rozměr. Při procesu broušení vzniká velké množství cihelného prachu, který je z brusek odváděn soustavou potrubí do silážních věží s odlučovačem prachu, odkud je odvážen a recyklován jako příměs. Cihelné bloky dokončené broušením je možné při zdění spojovat lepidlem nebo nízkoexpanzní polyuretanovou pěnou, což má za následek eliminaci tepelných mostů tvořených dříve používanou zdicí maltou, snížení možné chyby zdění ve formě odchylky vystavěné zdi od vertikální osy a snížením spotřeby spojovacího materiálu.



Obr. 12 Robotická manipulační ramena.

2.11 Balení

Po broušení jsou bloky seskupovány do vhodných sestav prostřednictvím sestavy řetězových dopravníků a posunovacích lišt. Robotické manipulační rameno tyto sestavy cihelných bloků ukládá na dřevěné palety o půdorysném rozměru 1360x1000 mm nebo 1180x1000 mm obvykle v šesti vrstvách dle rozměru bloků. Takto naložené palety na řetězovém dopravníku pokračují ke kombinovanému balicímu zařízení znázorněnému na obr. 13, kde dochází k vytvoření pytle požadované délky a jeho navlečení na paletu s výrobky. Následné smrštění obalového pytle je realizováno tepelným účinkem plynových hořáků, které jsou rozmístěny po celém obvodu palety. Takto zabalená paleta je dopravena na expedičním dopravníku do prostoru vykládky. Zde je odebrána čelním vysokozdvizným vozíkem a převezena na stanovené místo k uskladnění před expedováním.



Obr. 13 Kombinované balicí zařízení.

3 ROZBOR SLOŽENÍ SMĚSI PRO VÝROBU

Cihlářské výrobky jsou vytvářeny ze směsi plastických a neplastických surovin vhodných vlastností. *Plastické složky* směsi je (především cihlářská zemina) po zapracování vody možné plasticky tvarovat. *Nepplastické složky* upravují chování surovinné směsi při vytváření, sušení a pálení. Působí také na výsledné vlastnosti výrobku tím, že ovlivňují mikrostrukturu vypáleného střepu. Do této skupiny jsou zařazeny ostřiva, lehčiva, taviva a barviva [1].

3.1 Cihlářská zemina

Převládají jílovité zeminy, což jsou sedimenty zvětralých hornin sypké nebo zpevněné s převažujícím obsahem jílovitých materiálů s různou velikostí zrn až do 2 mm. Rozeznáváme spraše, sprašové hlíny, jíly, slíny, jílovce, slínovce a jílové břidlice [2].

3.2 Cihelný výmět

Jedná se o již vylisované těsto ve formě cihelných bloků, které byly vyřazeny z technologického cyklu ještě před výpalem pro nesplnění stanovených požadavků na výrobek. Tyto neshodné výrobky se recyklují formou příměsi.

3.3 Lehčiva

Snižují objemovou hmotnost vypáleného střepu nepřímo, svou nižší objemovou hmotností, nebo přímo, vytvořením pórovité struktury střepu vyhořením spalitelných složek [1]. Při pálení kde dochází k exotermické reakci při které lehčivo dodává část tepla potřebného k výpalu. Zlepšuje tepelné izolační vlastnosti keramiky na úkor pevnosti. Čím větší podíl lehčiv v objemu výrobku používáme, tím nižší pevnosti výrobek dosahuje.

3.3.1 Papírový odpad

Též nazývaný jako papírenský kal. Je specifikován jako vedlejší produkt z papírenské výroby obsahující celulózu a 30 % kaolinu v sušině. Jedná se o podíl jemných částic, který propadne sítem papírenského stroje. Tyto podíly jsou spolu s vodou přiváděny do sedimentačních nádrží, odkud jsou odebírány.

3.3.2 Piliny

Dřevěné piliny vznikající na kotoučových či pásových pilách převážně při pořezu kmenů stromů. Jedná se tedy o čisté dřevo bez syntetických nátěrů nebo lepidel. Nežádoucí jsou hobliny, které mají malou objemovou hmotnost a musí se dále drtit.

3.3.3 Polystyren

K vylehčení je také možné využít polystyren ve formě kuliček o průměru cca 2-4 mm, který při výpalu vyhoří a vytvoří ve střepu dutiny.

3.3.4 Sláma

Jedná se o stébla, která vznikají při sklizni obilí. Tyto stébla jsou vázány do kompaktních balíků. Pro použití do cihlářských tenkostěnných výrobků je nutné stébla rozřezat na drobné kousky, které jsou následně rozdrceny.

3.4 Ostřiva

Příměs ostřiva se používá především pro snížení lineárního smrštění, ke kterému dochází při sušení plastického těsta. Ovlivňuje také tvárivost těsta, citlivost k sušení, zvyšují teplotu slinutí při pálení v peci [2]. Také působí na mrazuvzdornost a tvorbu textury při tlačení na šnekovém lisu [1]. Jako ostřiva je možné použít níže zmíněné suroviny.

3.4.1 Uhelny prach, briketová drť

Mohou poskytovat až 80 % tepla potřebného k výpalu výrobků i při své nízké výhřevnosti, také zvyšují pórovitost, čímž snižují pevnost výrobků [2].

3.4.2 Cihelný prach

Při výrobě broušených cihelných bloků vzniká broušením velké množství odpadu ve formě vypáleného cihelného prachu, který je reciklován a slouží jako příměs k základním surovinám. Tímto způsobem se provoz dokáže zbavit velkého množství odpadu z vlastní výroby, do kterého již byla vložena energie.

3.4.3 Křemenný písek

Obsahuje většinou více než 90 % SiO_2 . Křemen působením tepla při výpalu vykazuje nezanedbatelné objemové změny (2 až 12 %) vyvolané změnami modifikací. Tyto změny vytváří ve střepu nežádoucí napětí, které především při chlazení mohou vytvořit trhlinky [2].

3.4.4 Škvára

Jedná se o popel z průmyslových roštových topenišť. Před použitím vyžaduje rozemletí a i přes to, že obsahuje spalitelné látky, může zvýšit pevnost. Také omezuje tvorbu textury výrobku. Škvára i popel jsou považovány za vhodnější ostřiva než křemenný písek [1].

3.4.5 Metalurgické strusky

Musí být rozemleté, výrazně působí jako ostřivo, také jsou ale velmi abrazivní, což je nežádoucí vlastnost vzhledem k opotřebení funkčních částí strojů, které přichází do styku s cihlářskou směsí [1].

3.4.6 Popílek z elektrofiltrů

Charakteristický jemnozrnnou strukturou, což omezuje jeho ostřicí schopnosti. Má pozitivní vliv na pevnost výrobků [1].

3.4.7 Skelné střepy

Musí být jemně rozemlety, aby působily jako ostřívo. Zvyšují pevnost výrobků i při nízké teplotě výpalu [1].

3.4.8 Vápencové odpady

Jemnozrnné struktury snižují smrštění sušením i pálením, zvyšují pevnost výrobku, zesvětlují barvu střepu a při endotermické reakci při rozkladu CaCO_3 zvyšují spotřebu tepla při výpalu [1].

3.5 Taviva

Látky vytvářející taveninu při nižší teplotě než je teplota výpalu, čímž přispívají ke snazšímu zhutnění střepu a ke snížení teploty výpalu. Příkladem snadno tavitelných látek je živec, pegmatity či různá skla nebo látky, která působí jako taviva pouze při součinnosti ostatních oxidů obsažené ve směsi. Do této skupiny patří například oxidy CaO , MgO , FeO [1].

3.6 Voda

Rozdělávací voda ovlivňuje celkovou homogenizaci, výslednou tuhost při lisování a smrštění plastického těsta při sušení.

3.7 Barviva

Slouží k ovlivnění barvy vypálených výrobků. Jedná se o odpady z těžby rud, strusku z martinských či kopulových pecí. Tyto přísady obsahují barvicí oxidy např. Fe_2O_3 zbarví střep červeně, nebo MnO hnědě. Povrchové zbarvení mohou poskytnout také odpady barevného skla [1].

3.8 Ztužovadla

Jestliže je požadována vyšší tuhost plastického těsta je možno ke ztužení použít dřevěné piliny, popílek, sušený slín, nebo sodu či fosfát hlinitý působících chemicky, ale současně zvyšujících citlivost k sušení. Vedlejší účinky nemá například oxid vápenatý CaO [1].

4 POŽADAVKY NA PŘÍMĚSI

Příměsí se myslí suroviny, které jsou přidávány ve stanoveném množství k základní surovině, kterou je vytěžená cihlářská zemina. Tyto přidávané suroviny mají za úkol upravit vlastnosti základní suroviny do požadovaného stavu jak z technologického hlediska, tak i z pohledu výsledných vlastností keramického střepu. Níže definované požadavky jsou vztaženy především na příměsí lehčiv, které budou v této studii řešeny, konkrétně piliny a slámu.

4.1 Vylehčení

Příměsí pilin a slámy řadíme do skupiny lehčiv, tedy surovin, jejichž úkolem je snížit objemovou hmotnost střepu na stanovenou hodnotu, pro kterou je výrobek certifikován. Každá surovina má různý vliv na vylehčení cihlářské suroviny. V zásadě ale platí, čím vyšší účinnost vylehčení, tím lépe, jelikož je možné ji dávkovat v menším množství. To s sebou přináší výhody, například ve snížení nákladů na pořízení surovin, velikosti skladových zásob, nižších nákladů na dopravu, manipulaci s materiálem atd. Dalším významným přínosem spojeným s vylehčením je snížení spotřeby energie na výpal cihlářských výrobků při použití spalitelných látek, především pilin a slámy.

4.2 Izolace

Na tepelně izolační vlastnosti cihel má vliv především objemová hmotnost střepu. Respektive čím více pórů střep obsahuje, tím vyšší hodnotu tepelného odporu dosahuje konečný produkt. S růstem obsahu lehčiv ve směsi klesá pevnost střepu. Vliv na tepelně izolační vlastnosti kromě obsahu pórů má i jejich tvar, velikost, rozmístění a orientace v objemu tvarovky. Pro zvýšení izolačních vlastností jsou tedy do cihel přidávány lehčiva ve formě spalitelných látek, jako jsou například dřevěné piliny či drcená sláma.

4.3 Vlhkost

Cihelné bloky jsou vyráběny ze směsi vybraných surovin uvedených v kapitole č. 3 ve stanoveném poměru. Vlhkost směsi je regulována přídatkem vody na požadovanou hodnotu (20-25 hm. %), aby z technologického hlediska bylo možné vyrábět tenkostěnné výrobky na šnekovém lisu. Vlhkost ale musí být z výrobků odvedena ještě před výpalem v peci, aby nedocházelo k praskání. Sušení je energeticky i časově náročná operace závislá také na schopnosti směsi předávat vlhkost do okolí. Z tohoto hlediska jsou lehčiva velmi důležitým prvkem, neboť dobře transportují vlhkost od středu cihlářské hmoty k povrchu, ze kterého je účinněji odváděna. Tím se zefektivňuje celý proces sušení.

4.4 Nasákavost

Nasákavost je možné určit jako schopnost materiálu pojmout vlhkost v určitém objemu za určitý čas. V případě že přidáme příměs do suroviny bezprostředně před lisováním, je možné zvýšit účinnost sušení za předpokladu, že přidaná surovina měla vstupní vlhkost nižší než lisovaná směs. Po přidání suché příměsi do cihlářské směsi okamžitě dochází k odebírání vlhkosti z této směsi

po určitý čas, než se vlhkost cihlářské směsi a přidané suroviny vyrovná. Absorbování vody příměsí musí být ale dostatečně pomalé, aby nedocházelo k výraznému snížení vlhkosti směsi ještě před vylisováním. V opačném případě se při snížení vlhkosti cihlářské směsi zvýší její tuhost natolik, že ji není možné přes formu na tenkostěnné výrobky vytlačit. Správným použitím je možné tímto efektem zrychlit a snížit energetickou náročnost celého procesu sušení.

4.5 Výhřevnost

Jelikož se jedná o spalitelné látky, je z energetického hlediska důležité vědět, jaké hodnoty výhřevností jednotlivé složky dosahují. Energie uvolněná při vyhořívání spalitelných látek v peci snižuje spotřebu plynu při výpalu a tím pozitivně ovlivňuje náklady. Výhřevnost je ovlivněna druhem paliva, jeho geologickou polohou, ale především vlhkostí. Jelikož je při procesu sušení odváděna z výrobků voda tepelným účinkem a vysušené bloky obsahují maximálně 0,9 hm. % vlhkosti, bereme v úvahu palivo jako suché.

4.6 Technologická zpracovatelnost

Důležitou vlastností je zpracovatelnost, jinými slovy schopnost suroviny nechat se zpracovat do požadovaného stavu. Lze ji vyjádřit jako množství energie potřebné k úpravě jednotkového množství suroviny. Všechny stroje v tomto technologickém procesu odebírají elektrickou energii, proto je pro posouzení zpracovatelnosti použita celková spotřeba elektrické energie linkou.

Vynaložené energie na přípravu materiálu a obsluhu slámové i pilinové linky jsou v rámci podniku kryty z části pracovního fondu zaměstnanců pověřených přípravou a mletím surovin, a jelikož jsou v případě pilin i slámy stejné, nebudou náklady na tuto práci z hlediska porovnání technologií uvažovány.

Zpracovatelnost je ovlivňována několika faktory. Především vlhkost suroviny se svou zvyšující se hodnotou výrazně negativně ovlivňuje celý proces. Vlhká surovina se obtížně drtí v síťových drtičích, jelikož zalepuje otvory sít a tím omezuje jejich průchodnost. Dále se nalepuje na vrtuli transportního ventilátoru, což působí velké obtíže především v zimních měsících, kdy je teplota pod bodem mrazu. Na vrtuli vznikají zmrázky, které po odtržení vytvoří na rotující vrtuli vlivem nevyvážení velké dynamické rázy, které vedou až k destrukci uložení rotoru.

Druhým důležitým faktorem je velikost částic vstupujících do procesu. Zde je výhodou, že směs pilin je až z 80 obj. % tvořena pilinami z kotoučových pil, které jsou drobné a je možné je bez drcení zpracovat. Zbýlých 20 % obsahu tvoří hobliny a kůry různých velikostí, které je zapotřebí vytřídit a rozdrtit. V případě slámy se drtí veškerý zpracováváný objem, což je energeticky náročnější.

5 ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU ZPRACOVÁNÍ PŘÍMĚSÍ

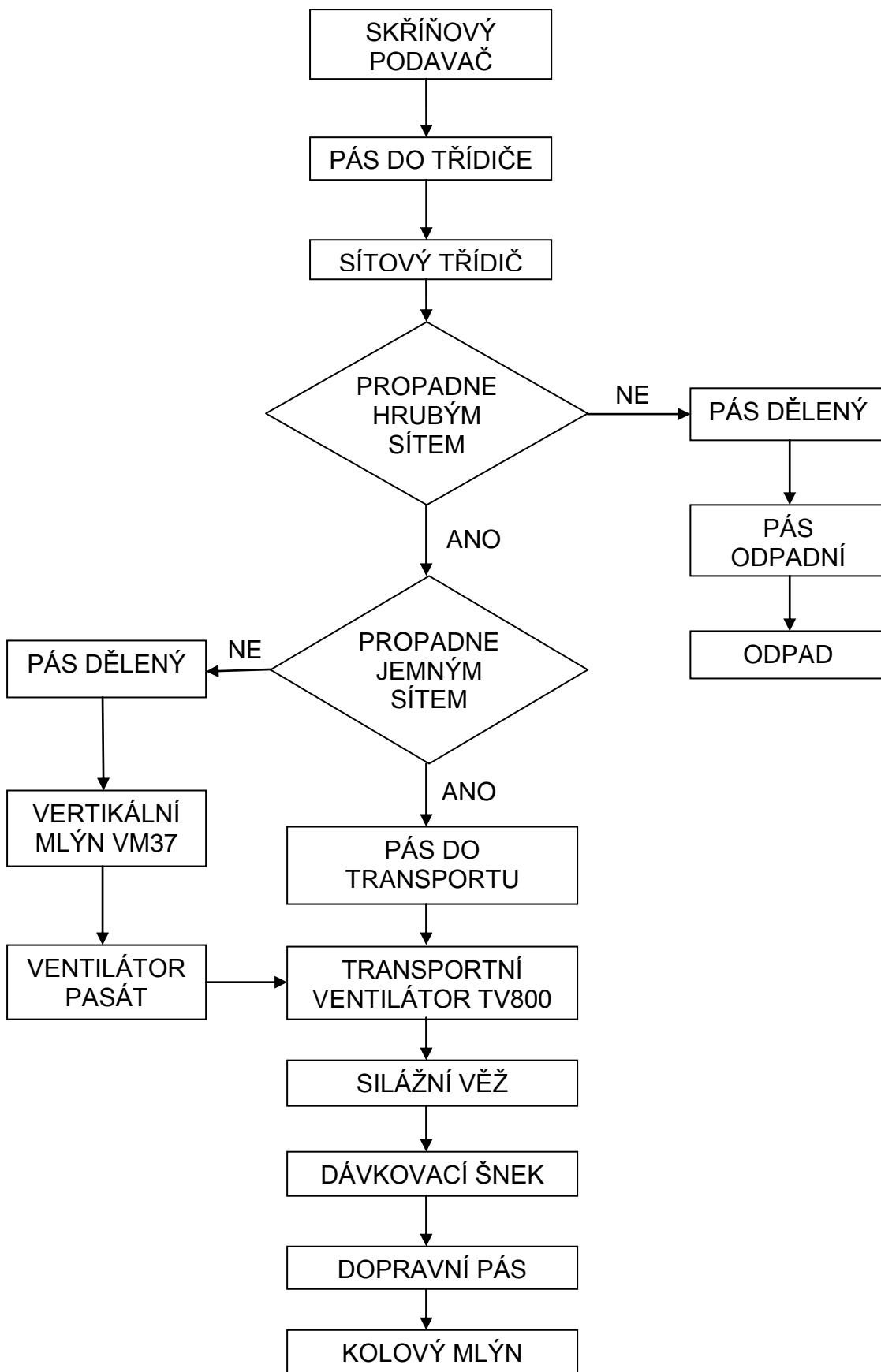
Příměs ve formě dřevěných pilin je využívána již řadu let pro své vlastnosti vyhovující charakteru cihlářských výrobků. V 80. a 90. letech dvacátého století byly dřevěné piliny považovány za odpad dřevozpracujícího průmyslu, kterého byl dostatek. Od této skutečnosti se odvíjela i jejich cena. Většina podniků, které tyto odpady produkovaly, je přenechávaly cihelnám téměř za náklady na odvoz. S rozvojem produktů vyráběných z pilin například ve formě lisovaných pelet k vytápění a zvýšenou produkcí cihel došlo k výraznému vzrůstu poptávky po dřevních odpadech a také ceny.

5.1 Popis technologického procesu

Dřevěné piliny jsou nakupovány od firem z oblasti dřevozpracujícího průmyslu. Tyto piliny jsou nakládány do přepravních návěsů nákladních automobilů a prostřednictvím silniční dopravy z různých míst ČR i zahraničí přiváženy do cihlářského podniku. Zde jsou ve skladovací hale o kapacitě 4500 m³ udržovány potřebné zásoby pilin. Manipulace s materiálem je prováděna pomocí čelního lžícového nakladače. Strojní vybavení k třídění a zpracování pilin se nachází v těsné blízkosti skladu.

Piliny jsou nakladačem nakládány do skříňového zásobníku o kapacitě 25 m³. Tento podavač je vybaven regulátorem řízení dávkovaného množství k zabezpečení plynulosti chodu linky. Zpracovávané piliny mohou obsahovat velké kusy dřeva i cizorodé látky, které je nutné z procesu vyřadit. Pásovým dopravníkem jsou piliny z podavače odváženy do horizontálně orientovaného dvouplášťového síťového třídícího válce se sklonem 10 °, který rotuje kolem své osy. Toto třídící zařízení zabezpečuje roztřídění pilin a vyřazení nevyhovujících částic z provozu. Dva sousední pláště o průměru 1800 mm a 1400 mm tvoří síta o velikosti otvorů 16 mm² a 400 mm². Piliny padají dovnitř do těchto válců a za jejich současné rotace dochází k propadávání pilin přes síta. Hrubé částice, které neprojdou velkým sítem, vypadávají na jeho konci na odpadní dopravník a následně do přistavené vlečky. Částice, které propadnou hrubým i jemným sítem splňují požadavky pro zpracování ve výrobě a jsou pásem zaváženy do násypky transportního ventilátoru TV800. Nevyhovující částice, které propadnou jen hrubým, ale ne jemným sítem jsou nadále drceny ve vertikálním síťovém drticím zařízení s otvory 12 mm² a následně také zaváděny ventilátorem Pasát do násypky transportního ventilátoru. Ventilátor TV800 prostřednictvím potrubí průměru 300 mm přemísťuje piliny do silážní věže s kapacitou 210 m³ vzdálené 250 m. Zde je vytvořená zásoba pilin odebírána a dávkována šnekem s regulací na pásový dopravník, ze kterého se piliny sypou na pás společně s ostatními surovinami bezprostředně před mletím v kolovém mlýně.

5.1.1 Blokové schéma procesu



5.2 Technické parametry

Zkouškami a měřením byly zjištěny následující parametry linky pro třídění a zpracování dřevěných pilin.

5.2.1 Objem produkce linky

Objem produkce linky byl zjišťován pěti zkouškami se současným měřením vlhkosti suroviny. Hodnoty uvedené v tab. 5.1 jsou výsledkem měření při nepřetržitém provozu a maximálním výkonu linky.

Tab. 5.1 Objem produkce pilinové linky.

Měření	MPP 1	MPP 2	MPP 3	MPP 4	MPP 5	Průměrná hodnota
Datum	15.3.	19.3.	23.3.	23.3.	27.3.	27.3.
Vlhkost [hm. %]	39,2	41,8	40,3	40,7	38,8	40,16
Množství [m ³ .h ⁻¹]	12,1	11,8	12,0	12,0	12,1	12,0

5.2.2 Objemová hmotnost pilin

Objemová hmotnost byla stanovena z již zpracovaných pilin následujícím způsobem. Byly odebrány 3 vzorky o objemu 0,1 m³ a zváženy na potravinářské váze. Z naměřených údajů byly dopočítány hmotnosti vzorků při uvažovaném objemu 1 m³.

Tab. 5.2 Objemová hmotnost zpracovaných pilin.

Měření	MOH 1	MOH 2	MOH 3	Průměrná hodnota
Vlhkost [hm. %]	38,9	39,5	39,2	39,2
Hmotnost 0,1 m ³ pilin [kg]	21,8	22,0	21,9	21,9
Objemová hmotnost pilin [kg.m ³]	218	220	219	219

5.2.3 Provozní náklady

Spotřeba elektrické energie byla změřena za chodu všech strojů současně s měřením objemu produkce linky dne 23. 3. 2012 při maximálním možném výkonu linky. Tedy při zpracování 12 m³ pilin.

Tab. 5.3 Spotřeba elektrické energie pilinové linky.

Strojní zařízení linky	Spotřeba el. energie [kW.h ⁻¹]
Skříňový podavač	5,5
Pás do třídiče	2,2
Rotační třídič	2,2
Pás do transportu	2,2
Pás děleného odpadu	1,5
Pás odpadu	1,5
Mlýn VM37	37
Mlýn VM18,5	18,5
Ventilátor Pasát	7,5
Ventilátor TV800	45
Silo	1,5
Dávkovací šnek	1,5
Dopravní pás	2,2
Spotřeba linky	128,3

Náklady na elektrickou energii pro chod pilinové linky za 1 hodinu provozu jsou uvedeny v tab. 5.4 a vypočítány dle vztahu (1).

$$Np_{en} = Sp_{en} \cdot C_{en} \quad [k\check{c}.h^{-1}] \quad (1)$$

kde: Np_{en} [kč.h⁻¹] - náklady el. energie na provoz pilinové linky,

Sp_{en} [kW.h⁻¹] - spotřeba el. energie pilinové linky,

C_{en} [kč.kW.h⁻¹] - cena el. energie.

Tab. 5.4 Náklady elektrické energie spotřebované pilinovou linkou.

Cena el. energie - C_{en}	[kč.kW.h ⁻¹]	2,52
Spotřeba linky - Sp_{en}	[kW.h ⁻¹]	128,30
Cena pilin - C_{pil}	[kč.m ⁻³]	353,00
Náklady el. energie na provoz linky - Np_{en}	[kč.h⁻¹]	323,32

5.2.4 Cena zpracovaných pilin

Cena 1 m³ zpracovaných pilin je tedy vypočtena dle vztahu (2). Konečná cena 1 m³ zpracovaných pilin je uvedena v tab. 5.5.

$$C_{p_{m^3}} = C_{pil} + \frac{N_{pen}}{Q_{vp_h}} \quad [\text{kč.m}^{-3}] \quad (2)$$

- kde: $C_{p_{m^3}}$ [kč] - cena 1 m³ zpracovaných pilin,
 C_{pil} [kč] - cena za 1 m³ pilin,
 N_{pen} [kč.h⁻¹] - náklady na el. energii pilinové linky,
 Q_{vp_h} [m³.h⁻¹] - objem produkce pilinové linky (0;100).

Tab. 5.5 Cena zpracovaných pilin.

Cena el. energie - C_{en}	[kč.kWh ⁻¹]	2,52
Cena chodu linky - N_{pen}	[kč.h ⁻¹]	323,32
Vyrobené množství - Q_{vp_h}	[m ³ .h ⁻¹]	12,00
Cena pilin - C_{pil}	[kč.m ⁻³]	353,00
Cena zpracovaných pilin - $C_{p_{m^3}}$	[kč.m⁻³]	379,94

5.3 Účinnost pilin

Reálný vliv pilin na vylehčení střepeu byl zjišťován kontrolně výrobními zkouškami. Výsledek zkoušek je zaznamenán v tab. 5.6. Technické protokoly z výrobních zkoušek jsou obsaženy v příloze 1.

Tab. 5.6 Vyhodnocení výrobních zkoušek zpracování pilin.

množství směsi [m ³]	0,355	
obsah pilin [m ³]	0	0,03
obsah pilin [obj. %]	0	8,45
OH střepeu [kg.m ⁻³]	1525	1427
rozdíl OH střepeu [kg.m ⁻³]	97,5	

5.3.1 Stanovení obsahu pilin

Určení potřebného množství pilin, které musí obsahovat výrobní směs, aby došlo ke snížení objemové hmotnosti o K [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] vzhledem k základní směsi definuje vztah (3).

$$Qp_{pr} = \frac{P_{pr}}{\Delta OH} \cdot K \quad [\text{obj. \%}] \quad (3)$$

- kde:
- Qp_{pr} [obj. %] - přidané množství pilin do základní směsi potřebné ke snížení objemové hmotnosti páleného střepu na žádanou hodnotu K [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
 - P_{pr} [obj. %] - experimentálně zjištěný obsah pilin ve zkušebním vzorku (0;15),
 - ΔOH [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] - experimentálně zjištěné snížení objemové hmotnosti zkušebního vzorku (0;120),
 - K [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] - požadované snížení objemové hmotnosti OH vzhledem k základní směsi (0;150).

Tab. 5.7 Určení obsahu pilin ve směsi pro vylehčení střepu o $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

zvolené vylehčení střepu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	obsah pilin ve směsi [obj. %]
100	8,66

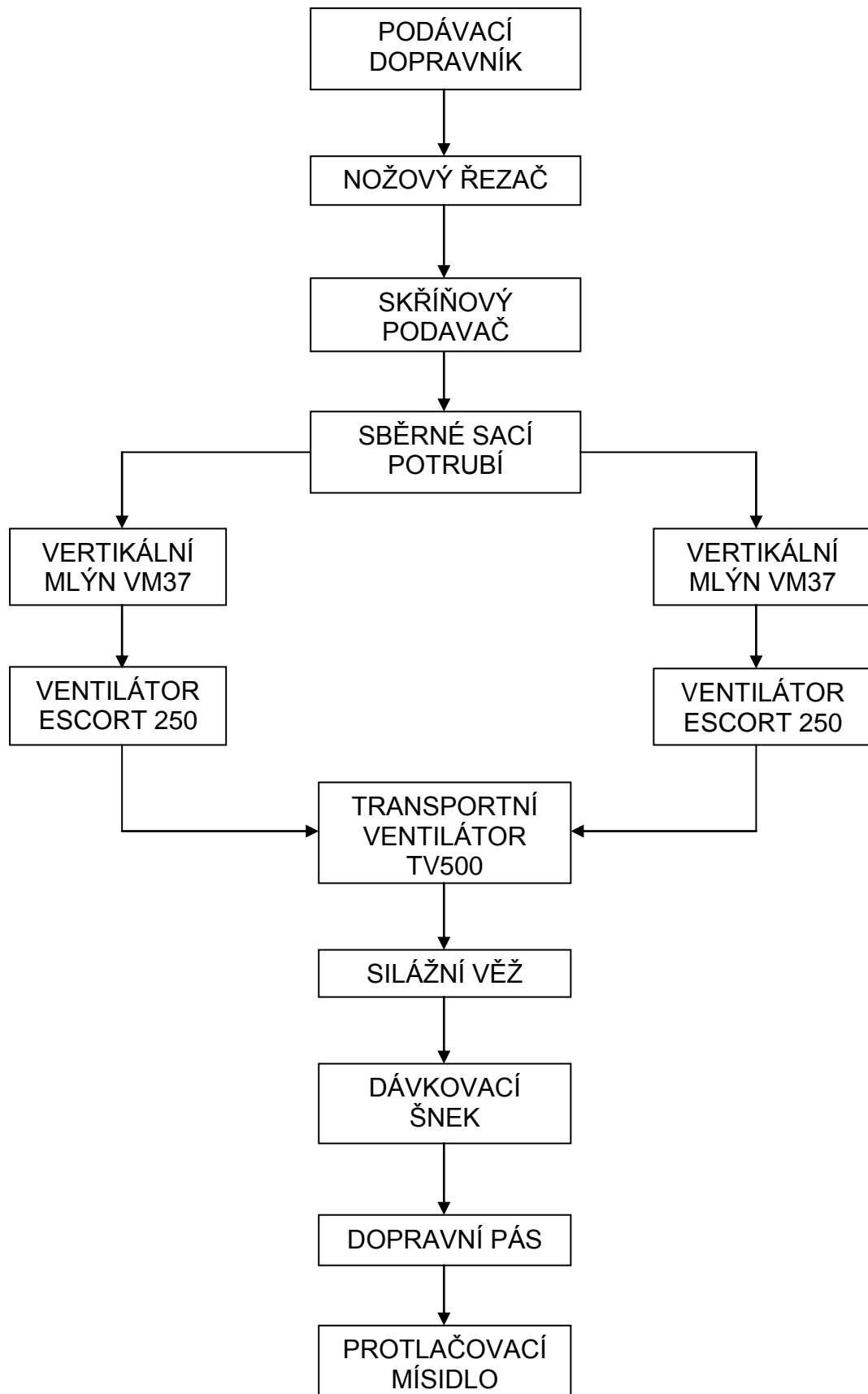
6 NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE PROCESU ZPRACOVÁNÍ PŘÍMĚSÍ

Jelikož je v posledních letech stále obtížnější a nákladnější zajistit pravidelné a kapacitně dostačující dodávky dřevního odpadu ve formě pilin po celý rok, bylo nutné nalézt vhodný substitut, který by dokázal kvantitativně a především i kvalitativně eliminovat nedostatek dřevního odpadu nebo jej zcela nahradit. K tomuto účelu byla po vyhodnocení všech dostupných surovin vybrána obilná sláma, které je v dané lokalitě dostatek a svými vlastnostmi vyhovuje charakteru cihlářské výroby.

6.1 Popis technologického procesu

Sláma je po sklizni obilí formována do balíků ve tvaru hranolů nebo válců různých velikostí. V okolí cihelny je po sklizni sláma vázána do balíků ve tvaru válce o průměru 150 cm a výšce 120 cm. Kompaktní tvar zabezpečuje obalová síť z plastu, do které je balík zabalen. Takto upravené balíky jsou svázeny na určené místo, kde jsou skládány do stohů. Z těchto stohů jsou pak po částech dle stanovených period přiváženy do výrobního závodu cihelny, kde jsou naváženy do skladovací haly s kapacitou 1600 m³. Zde je vytvářena potřebná zásoba. V bezprostřední blízkosti této skladovací haly je také linka na zpracování slámy.

Uskladněné balíky jsou pomocí manipulátoru s hydraulicky ovládaným manipulačním ramenem nakládány na podávací dopravník o kapacitě 10 balíků. Následně je nutné z balíků odstranit obalovou síť, která by v opačném případě znečišťovala formu při lisování výrobků na šnekovém lisu. Z podávacího dopravníku jsou balíky v nastavených časových intervalech dávkovány do horizontálního dvouhřídelového nožového řezače, kde probíhá rozebrání balíku a první stupeň zdobnění slaměných stébel. Stébla jsou zde rozřezány na kousky dlouhé 3-5 cm. Po rozřezání jsou pomocí příčkového dopravníku v jednom cyklu nasypány do skříňového podavače, odkud je sláma plynule dávkována do sběrného dvojitého sacího potrubí. Tímto potrubím je přiváděna do dvou paralelně umístěných vertikálních nožových mlýnů VM37 se sítím s otvory 12 mm². V každém mlýnu je soustavou 16-ti nožů sláma drcena na drobné kousky, které následně propadnou přes otvory v sítích. Jemně rozemletá sláma padá do násypky pod drtičem, odkud je potrubím za pomoci ventilátorů Escort250 nasávána a předávána do společného transportního ventilátoru TV500, který potrubím průměru 300 mm dopravuje drcenou slámu do silážní věže o kapacitě 150 m³ vzdálené 200 m. Ze siláže je sláma odebírána bezosým šnekem průměru 180 mm s plynulou regulací dávkovaného množství. Šnekem je sláma přiváděna na pásový dopravník, který je ukončen ve vertikálním síťovém protlačovacím mísiči, neboli mísidle, ze kterého je homogenizovaná směs přiváděna do šnekového lisu.

6.1.1 Blokové schéma procesu

6.2 Technické parametry linky

Obdobně jako u stávajícího technologického procesu zpracování pilin byly provedeny následující zkoušky a měření. Průměrné hodnoty jsou vypočteny metodou aritmetického průměru.

6.2.1 Hmotnost balíku

Hmotnost se liší dle rozměrů a vlhkosti. Průměrná hmotnost balíků byla určena měřením čtyř vzorků čítající 12 kusů balíků v každém z nich. Pro vlastní měření byla použita nákladní váha. Průměrná hmotnost jednoho balíku je vypočtena metodou aritmetického průměru.

Tab. 6.2 Měření hmotnosti balíku.

Měření	MHB 1	MHB 2	MHB 3	MHB 4	Průměrná hodnota
Hmotnost 12 ks balíků [kg]	3320	3390	3380	3350	3360
Hmotnost balíku [kg]	276,66	282,50	281,66	279,16	280

6.2.2 Objemová hmotnost slámy

Z rozdrčené suroviny byly odebrány 3 vzorky o objemu $0,1 \text{ m}^3$ a zváženy na potravinářské váze. Z naměřených údajů byly dopočítány hmotnosti vzorků při uvažovaném objemu 1 m^3 . Následně byl určen objem drcené slámy, získaný zpracováním jednoho balíku dle vztahu (4).

Tab. 6.3 Objemová hmotnost drcené slámy.

Měření	MOH 1	MOH 2	MOH 3	Průměrná hodnota
Vlhkost [hm. %]	16,6	15,9	12,9	15,1
Hmotnost $0,1 \text{ m}^3$ [kg]	11,8	11,7	11,3	11,6
Objemová hmotnost drcené slámy $[\text{kg} \cdot \text{m}^3]$	118	117	113	116
Objem rozdrčeného balíku $[\text{m}^3 \cdot \text{ks}^{-1}]$	2,37	2,39	2,48	2,41

6.2.3 Objem produkce linky

Bylo měřeno množství balíků slámy, které je možné zpracovat stávajícím strojním zařízením uzpůsobeným k drcení slámy při nepřetržitém provozu. Kritériem je čas, který je potřebný ke zpracování jednoho balíku slámy. Při každém měření byl použit vzorek 3 ks balíků. V tab. 6.1 je uveden záznam z měření.

Tab. 6.1 Počet zpracovaných balíků.

Měření	MZS 1	MZS 2	MZS 3	MZS 4	MZS 5	Průměrná hodnota
Datum	15.3.	16.3.	23.3.	28.3.	30.3.	-
Vlhkost [hm. %]	17,6	16,5	13,8	16,0	13,1	15,4
Množství [ks]	3	3	3	3	3	3,0
Čas [min]	103	98	90	92	90	94,6
Doba zpracování 1ks balíku [min]	34,33	32,66	30	30,66	30	31,53

Objem produkce linky zaznamenaný v tab. 6.4 je výsledkem výpočtu měřených hodnot dle vztahu (4).

$$Vps_i = \frac{mb_i}{tb_i \cdot Vm_i} \cdot 60 \quad [m^3 \cdot h^{-1}] \quad (4)$$

- kde: Vps_i [$m^3 \cdot h^{-1}$] - objem produkce drcené slámy,
 Vm_i [$kg \cdot m^3$] - objemová hmotnost drcené slámy (0;500),
 mb_i [kg] - hmotnost balíku (0;1000),
 tb_i [min] - čas zpracování balíku (0;60).

Tab. 6.4 Objem produkce slámové linky.

Měření	MPS 1	MPS 2	MPS 3	MPS 4	MPS 5	Průměrná hodnota
Datum	15.3.	16.3.	23.3.	28.3.	30.3.	-
Vlhkost [hm. %]	17,6	16,5	13,8	16,0	13,1	15,4
Objem produkce drcené slámy [$m^3 \cdot h^{-1}$]	4,21	4,42	4,82	4,72	4,82	4,6

6.2.4 Provozní náklady

V tab. 6.5 je uvedena spotřeba el. energie jednotlivých strojních zařízení i spotřeba celé linky, která bude výchozí hodnotou pro výpočet ceny provozu zařízení na drcení slámy.

Tab. 6.5 Spotřeba elektrické energie slámové linky.

Strojní zařízení linky	Spotřeba el. energie [kW.h ⁻¹]
Podavač	3
Nožový řezač	37
Skříňový podavač	1,5
Mlýn VM37 #1	37
Mlýn VM37 #2	37
Ventilátor Escort250 #1	5,5
Ventilátor Escort250 #2	5,5
Ventilátor TV500	18,5
Silo	2,2
Dávkovací šnek	1,5
Dopravní pás	1,5
Spotřeba linky - S_{sen}	150,2

Náklady na elektrickou energii pro chod linky za 1 hodinu provozu jsou uvedeny v tab. 6.6 a vypočítány dle vztahu (5).

$$N_{Sen} = S_{sen} \cdot C_{en} \quad [kč] \quad (5)$$

kde: N_{Sen} [kč.h⁻¹] - náklady el. energie na provoz slámové linky,

S_{sen} [kW.h⁻¹] - spotřeba el. energie slámové linky,

C_{en} [kč.kW.h⁻¹] - cena el. energie.

Tab. 6.6 Spotřeba elektrické energie slámové linky.

Cena el. energie - C_{en}	[kč.kW.h ⁻¹]	2,52
Spotřeba linky - S_{sen}	[kW.h ⁻¹]	150,20
Náklady el. energie na provoz linky - N_{Sen}	[kč.h⁻¹]	378,50

6.2.5 Cena zpracované slámy

Cena jednoho balíku slámy od dodavatele je 300kč. Balík po rozdrčení zaujímá objem 2,41 m³. Cena 1 m³ drčené slámy je tedy vypočtena dle vztahu (6). Konečná cena 1 m³ zpracované slámy je uvedena v tab. 6.7.

$$C_{S_{m^3}} = \frac{C_{bal} \cdot V_m}{mb} + \frac{N_{Sen}}{Qvsh} \quad [\text{kč}] \quad (6)$$

- kde:
- $C_{S_{m^3}}$ [kč] - cena 1 m³ drčené slámy,
 - V_m [kg.m³] - objemová hmotnost drčené slámy (0;500),
 - mb [kg] - hmotnost balíku (0;1000),
 - C_{bal} [kč] - cena za balík,
 - N_{Sen} [kč.h⁻¹] - náklady na el. energii slámové linky,
 - $Qvsh$ [m³.h⁻¹] - objem produkce slámové linky (0;100).

Tab. 6.7 Cena zpracované slámy.

Cena balíku slámy - C_{bal}	[kč.ks ⁻¹]	300,00
Cena chodu linky - N_{Sen}	[kč.h ⁻¹]	378,50
Vyrobené množství - $Qvsh$	[m ³ .h ⁻¹]	4,60
Objemová hmotnost drčené slámy - V_m	[kg.m ³]	116,00
Hmotnost balíku – mb	[kg]	280,00
Cena drčené slámy bez nákladů na drčení	[kč.m ⁻³]	124,28
Cena zpracované slámy - $C_{S_{m^3}}$	[kč.m⁻³]	206,56

6.3 Účinnost slámy

Úkolem slámy je mimo jiné především snížení objemové hmotnosti vypáleného střepu na stanovenou hodnotu, jak je zmíněno v kapitole 4.1. Je nutné tedy stanovit, jaké množství slámy je potřeba do směsi přidat, aby bylo dosaženo požadované míry vylehčení.

6.3.1 Výrobní zkoušky

Byly provedeny srovnávací zkoušky při výrobě dvou výrobků, stropnic MIAKO a příček šíře 11,5 cm. U každého z nich byla vyrobena série se standardně přidávaným množstvím slámy se současným měřením její spotřeby a zkušební vzorek bez slámy pro přímé srovnání. Vyhodnocené záznamy jsou shrnuty v tab. 6.8.

Tab. 6.8 Vyhodnocení výrobních zkoušek slámy.

množství směsi [m ³]	0,1385	
obsah slámy [m ³]	0	0,01
obsah slámy [obj. %]	0	7,22
OH střepu [kg.m ⁻³]	1525	1474
rozdíl OH střepu [kg.m ⁻³]	50,5	

6.3.2 Stanovení obsahu slámy

Jinými slovy, jaké množství slámy musí obsahovat výrobní směs, aby došlo ke snížení objemové hmotnosti o K [kg.m⁻³] vzhledem k základní směsi. Potřebné množství je vypočteno dle vztahu (7).

$$Q_{S_{pr}} = \frac{S_{pr}}{\Delta OH} \cdot K \quad [\%] \quad (7)$$

- kde: $Q_{S_{pr}}$ [obj. %] - přidané množství slámy do základní směsi potřebné ke snížení objemové hmotnosti páleného střepu na žádanou hodnotu K [kg.m⁻³],
- S_{pr} [obj. %] - experimentálně zjištěný obsah drcené slámy ve zkušebním vzorku (0;15),
- ΔOH [kg.m⁻³] - experimentálně zjištěné snížení objemové hmotnosti zkušebního vzorku (0;120),
- K [kg.m⁻³] - požadované snížení objemové hmotnosti OH vzhledem k základní směsi (0;150).

Tab. 6.9 Obsah slámy ve směsi pro vylehčení střepu o 100 kg.m⁻³.

zvolené vylehčení střepu [kg.m ⁻³]	obsah slámy ve směsi [obj. %]
100	14,3

7 EKONOMICKÝ ROZBOR NÁKLADŮ NA VSTUPNÍ SUROVINY

Jak již bylo zmíněno, cihlářská výroba zpracuje při své produkci velké množství surovin. Proto je kladen vysoký důraz na jejich cenu uvedenou v tab. 7.1, která při daném množství značně ovlivní roční náklady na suroviny.

7.1 Pořízení surovin

Piliny i sláma jsou do závodu přiváženy externími dodavateli, kteří v ceně suroviny zahrnou také veškeré náklady spojené s manipulací, dopravou a vykládkou do skladu až na místo určení ve výrobním závodě. Cena přivezených pilin je za prostorový sypaný metr $353 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$ a slámy, která je dovážena ve formě balíků $300 \text{ Kč} \cdot \text{ks}^{-1}$ přičemž přepočtená cena na prostorový sypaný metr je $124,5 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$. U těchto surovin bude uvažováno $1 \text{ prms} = 1 \text{ m}^3$.

7.2 Manipulace, skladování a obsluha linky

Nakládka surovin ze skladu do podavačů je realizována externí firmou. Na tyto práce je stanoven tarif, přičemž je z hlediska ceny nepodstatné, jestli je nakládána sláma nebo piliny. Tyto náklady zůstávají pro obě suroviny stejné. To platí také u nákladů na skladování, jelikož prostory, které zaujímá sláma by v opačném případě zaujímaly piliny. Přímá obsluha linky personálem je dle charakteru linek a časové náročnosti na obsluhu stejná a je kryta z části pracovního fondu zaměstnance pověřeného přípravou a mletím surovin. Z těchto důvodů nebudou náklady na manipulaci, skladování a obsluhu linky v celkovém výčtu uvažovány, jelikož vzhledem k porovnání obou surovin jsou shodné a jejich absolutní hodnota tedy není podstatná.

7.3 Zpracování surovin

Proces třídění a drcení obou zmíněných surovin je důkladně popsán v kapitolách 5 a 6 i s výčtem nákladů. Náklady na údržbu a náhradní díly nejsou statisticky zaznamenávány, tudíž je není možné přesně určit. Do budoucna by bylo vhodné tyto údaje zaznamenávat a zpětně zahrnout do nákladů na provoz. I přesto, že jsou obě linky svým charakterem velmi podobné, je možné předpokládat odlišnost nákladů na údržbu vzhledem k různému množství surovin, které jsou schopny produkovat.

Tab. 7.1 Náklady na vstupní suroviny.

Druh	Cena	Jednotky	Poznámka
Piliny	353,00	$\text{kč} \cdot \text{m}^{-3}$	nákup + doprava
Sláma	300,00	$\text{kč} \cdot \text{ks}^{-1}$	nákup + doprava (sláma v balících)
Elektřina	2,52	$\text{kč} \cdot \text{kWh}^{-1}$	proud + distribuce
Zemní plyn	6,76	$\text{kč} \cdot \text{m}^{-3}$	plyn + distribuce
Piliny	379,94	$\text{kč} \cdot \text{m}^{-3}$	cena pilin + zpracování
Sláma	206,56	$\text{kč} \cdot \text{m}^{-3}$	cena slámy + zpracování (sláma v drcené formě)

8 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

8.1 Produkce linky

Maximální produkce linky na zpracování pilin a linky na zpracování slámy je uvedena v tab. 8.1. Hodnoty jsou výsledkem měření. Zde je patrné, že slámová linka je schopna produkovat pouze 38 % objemu produkce linky pilinové.

Tab. 8.1 Produkce linek.

Druh suroviny	Piliny	Sláma
Obsah vody [hm. %]	39	15
Produkce linky ^(100%) [m ³ .h ⁻¹]	12	4,6
Produkce linky ^(100%) [m ³ .rok ⁻¹]	105 120	40 296
Produkce linky ^(90%) [m ³ .rok ⁻¹]	94 608	36 266

8.2 Spotřeba elektrické energie

Uvedené hodnoty jsou sumou spotřeby elektrické energie celého procesu zpracování suroviny, až po aplikování do výrobní směsi. V tab. 8.2 je uvedena změřená průměrná spotřeba této elektrické energie a vyčísleny náklady na elektrickou energii. Jak je patrné z tabulky 8.4 spotřeba el. energie pilinové linky za hodinu je nižší o 15 %, ovšem spotřeba elektřiny na produkci 1 m³ pilin je u pilinové linky nižší o 67 %, což je dáno její vysokou produkcí vůči lince na zpracování slámy.

Tab. 8.2 Spotřeba elektrické energie.

Druh suroviny	Piliny	Sláma
Obsah vody [hm. %]	39	15
Objemová hmotnost zpracované suroviny [kg.m ⁻³]	219	116
Spotřeba elektřiny [kW.h ⁻¹]	128,3	150,2
Náklady na elektřinu [kč.h ⁻¹]	323,32	378,5
Spotřeba elektřiny [kW.m ⁻³]	10,69	32,65
Náklady na elektřinu [kč.m ⁻³]	26,94	82,28

8.3 Cena zpracované suroviny

V ceně produkovaných surovin jsou zahrnuty náklady na pořízení surovin a náklady na elektrickou energii potřebnou k chodu linky. Náklady na obsluhu linky, manipulátorů, skladových ploch a osvětlení nejsou ve výpočtech zahrnuty, jelikož se jedná o společný sklad pilin a slámy se společným osvětlením, jsou využívány stejné manipulační prostředky. Obsluhu linek provádí zaměstnanci v rámci svého pracovního časového fondu rovnocenně vzhledem k oběma linkám. Cena produkované slámy je o 45 % nižší než cena pilin.

Tab. 8.3 Náklady na zpracování.

Druh suroviny	Piliny	Sláma
Elektrická energie [kč.m ⁻³]	26,94	82,28
Surovina [kč.m ⁻³]	353	124,28
Produkovaná surovina [kč.m ⁻³]	379,94	206,56

8.4 Výhřevnost surovin

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.5, je důležité z hlediska energetické náročnosti výpalu, aby přidané sypané suroviny dosahovaly vyhovujících hodnot výhřevnosti. Jak je patrné z údajů v tab. 8.4 je výhřevnost pilin vztahovaná na jednotku objemu o 26 % vyšší.

Tab. 8.4 Přímé spalování pilin a slámy [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Druh suroviny	Piliny	Sláma
Obsah vody [hm. %]	0-2	0-2
Objemová hmotnost zpracované suroviny [kg.m ⁻³]	130	98
Výhřevnost [MJ/kg]	18,5	18
Výhřevnost [MJ/m ³]	2405	1764
Náklady na výhřevnost [kč.MJ ⁻¹]	0,158	0,117

8.5 Snížení OH střepu

Účinnost suroviny na vylehčení byla zjišťována experimentálními zkouškami při výrobě cihelných bloků. Záznamy z provedených zkoušek jsou uvedeny v kapitolách 5 a 6 v tab. 5.7 a tab. 6.9. Vliv surovin na vylehčení střepu, který je výsledkem zkoušek, je uveden v tab. 8.5.

Tab. 8.5 Vliv surovin na vylehčení – výrobní zkouška.

Druh suroviny	Piliny	Sláma
Vylehčení vypáleného střepu [kg.m ⁻³]	97,5	50,5
Obsah příměsi ve směsi [obj. %]	8,45	7,22

8.5.1 Stanovení přepočtového koeficientu množství

Přepočet spotřeby surovin při vylehčení 100 kg.m⁻³ pro přímé porovnání účinnosti. Jak je patrné z tabulky 8.6, účinnost pilin na vylehčení střepu je vyšší o 65 %. Aby bylo dosaženo stejné vylehčení střepu slámou, je nutné zvýšit přidané množství 1,65 násobně oproti použitým pilinám. Od tohoto faktu se bude odvíjet i cena slámy přepočtena s účinností na vylehčení.

Tab. 8.6 Vliv surovin na vylehčení - výpočet.

Druh suroviny	Piliny	Sláma
Vylehčení vypáleného střepu [kg.m ⁻³]	100	100
Obsah příměsi ve směsi [obj. %]	8,66	14,30
Koeficient ekvivalentního množství [-]	1	1,65

8.6 Cena ekvivalentního množství slámy

Pro využití slámy ve výrobě musí být uvažováno ekvivalentní množství slámy a pilin vzhledem k vylehčení páleného střepu. Jak je patrné z tab. 8.6 koeficient ekvivalentního množství slámy byl stanoven 1,65. V tomto případě je možné 1 m³ pilin nahradit 1,65 m³ slámy při zachování stejné užitné hodnoty vylehčení. Jedná se tedy o určení nákladů, které bude nutné vynaložit na vylehčení střepu o stejnou hodnotu jak pilinami, tak i slámou.

Tab. 8.7 Náklady na zpracování ekvivalentního množství slámy.

Druh suroviny	Piliny	Sláma (ekvivalentní množství) (1 m ³ pilin = 1,65 m ³ slámy)
Koeficient ekvivalentního množství [-]	1	1,65
Elektrická energie [kč.m ⁻³]	26,94	135,76
Surovina [kč.m ⁻³]	353	205,06
Produkováná surovina [kč.m ⁻³]	379,94	340,82

8.7 Úspora z nižší ceny drcené slámy.

Nahrazením 1 m³ pilin slámou nastane úspora nákladů na surovinu 10,3 %, což je v tomto případě 39,12 kč.m⁻³ pilin. Ovšem výrobní závod na výrobu cihelných bloků při své standardní produkci spotřebuje za rok 80 000 m³ pilin. Za předpokladu, že by byly piliny nahrazeny v plném rozsahu, úspora na pilinách by za rok činila 3 400 000 Kč.

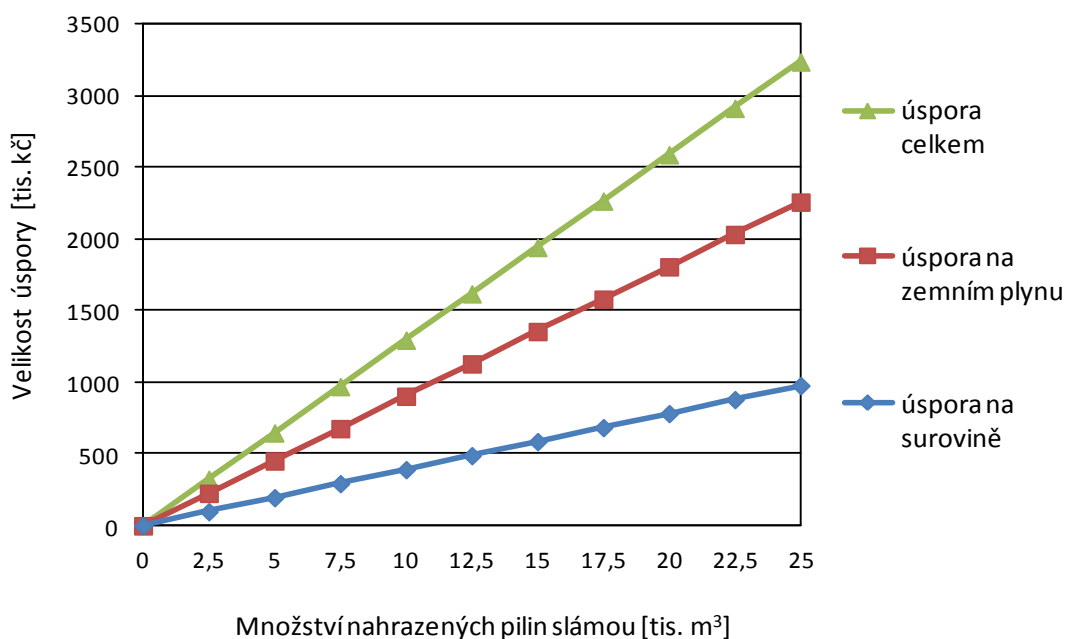
Nicméně slámová linka při své současné produkci 4,6 m³.h⁻¹ je schopna produkovat při nepřetržitém chodu za rok maximálně 40 296 m³. Tento objem reálně nahradí pouze 24 421 m³ pilin. Při nahrazení pilin slámou vznikne maximální možná úspora 955 350 Kč za rok.

Předpokládáme-li také nutné prostoje slámové linky na opravy a údržbu 10 % z pracovního fondu stroje. Při vytížení stroje 90 % je tedy odpovídající produkce 36 266 m³ slámy za rok. Toto množství slámy nahradí 21 979 m³ pilin a možná úspora použitím slámy je tedy **859 819 Kč** za rok.

8.8 Úspora z nižší spotřeby plynu.

V případě že by byly piliny nahrazeny v plném rozsahu, tedy $80\,000\text{m}^3$, byl by přebytek tepla oproti pilinám z hoření slámy $505,5\text{ MJ}$ z každého nahrazeného 1 m^3 pilin, co znamená úsporu $90,35\text{ Kč}$. Bude-li uvažováno 100% využití přebytečného tepla při spotřebě $80\,000\text{ m}^3$ pilin, bude přebytek tepla za rok činit $40\,440\text{ GJ}$. Stejné množství tepla se uvolní při shoření $1\,069\,487\text{ m}^3$ zemního plynu s výhřevností $37,82\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ [10]. Při ceně plynu $6,76\text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$ by úspora za rok činila $7\,229\,732\text{ Kč}$.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 8.7 svou kapacitou je schopna slámová linka při 90% vytížení produkovat pouze $36\,266\text{ m}^3$ za rok, čímž nahradí $21\,979\text{ m}^3$ pilin. Z takového množství slámy vznikne v peci přebytek tepla hořením oproti pilinám $11\,110\text{ GJ}$. Toto množství tepla nahradí $293\,760\text{ m}^3$ zemního plynu, přičemž uspořené náklady z takového množství plynu činí **$1\,985\,818\text{ Kč}$** za rok.



Obr. 14 Úspora finančních prostředků při nahrazení pilin slámou.

8.9 Celková úspora

Je součtem úspory z nižší ceny slámy a nižší spotřeby zemního plynu při nahrazení pilin slámou. Celková úspora vzniklá z každého nahrazeného 1 m^3 pilin činí $129,47\text{ Kč}$ (viz. tab. 8.8). Závislost nahrazeného množství pilin na velikosti vzniklé úspory ukazuje obr. 14.

Tab. 8.8 Úspora nahrazením 1 m^3 pilin slámou.

na surovině [kč.m ⁻³]	na zemním plynu [kč.m ⁻³]	celkem [kč.m ⁻³]
39,12	90,35	129,47

9 EKOLOGICKÉ HLEDISKO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

Každá lidská i průmyslová činnost, nebo její produkty v určité míře lokálně či globálně ovlivňuje své okolí. Nutností se stává snaha firem i jednotlivců snížit svou ekologickou stopu na možné minimum a to především kvůli legislativním požadavkům nebo z vlastního přesvědčení. Ve většině případů se snížení ekologické zátěže okolí neobejde bez vynaložení nemalých finančních prostředků na vhodná systémová opatření, úpravu stávajících zařízení a technologií nebo pořízení zcela nových technologií, které budou vyhovovat charakteru výroby a současně splňovat stanovené emisní normy.

9.1 Obnovitelnost energie

Pozitivním přínosem pro životní prostředí je nahrazení dřevěných pilin, které jsou pomalu obnovitelný zdroj energie slámou. Obiloviny, ze kterých je využívána sláma se pěstují v roční periodě. Z toho hlediska je sláma rychle obnovitelným zdrojem energie.

9.2 Dopravní obslužnost

Vzhledem ke geologické poloze cihelny, která leží na jižní Moravě, kde jsou obiloviny hojně pěstovány, je výhodné zpracovávat slámu místo pilin a to především kvůli dopravním vzdálenostem. Jelikož jsou piliny dováženy z celé ČR, je tedy ekologická zátěž způsobená manipulační a dopravní technikou vyšší, než je tomu u slámy, která je přivážena z blízkého okolí výrobního závodu.

9.3 Emise prachu

Při zpracování pilin i slámy metodou prosívání a drcení spolu s pneumatickou dopravou produkovaných surovin do silážních věží vzniká velké množství prachu a to především při zpracování slámy. Při zpracování pilin se běžně používají k oddělení suroviny od dopravního media cyklonové odlučovače částic s filtrem, které jsou nenáročné na provozní podmínky a téměř bezúdržbové. Ovšem při zpracování slámy vzniká větší množství prachu, protože v balících je také určitý podíl hlíny a především při drcení slámy na velmi malé kousky dochází k tvorbě jemných prachových částic. Z těchto důvodů jsou použity k odloučení suroviny a prachu od media vysokokapacitní filtrační boxy s automatickou regenerací při znečištění, které jsou umístěny na silážní věži. Tento systém filtrace prachové emise spolehlivě odloučí od vzduchu.

9.4 Snížení energetické náročnosti sušení

Proces sušení vylisovaných výrobků s obsahem vody až 25 hm. % je energeticky velmi náročný proces, ke kterému je využíváno odsávané teplo

z pece akumulované ve výrobcích spolu s teplem, které vyrábí přídavné plynové hořáky s regulací výkonu umístěné v teplovzdušném potrubí. Přidáním suroviny, která dokáže zvýšit účinnost procesu sušení, nastává značná technologická výhoda a také dochází ke značné úspoře ve spotřebě zemního plynu, jakožto neobnovitelného zdroje energie.

9.4.1 Snížení vlhkosti výrobků

Přidání slámy, která má nižší vlhkost než cihlářská směs bezprostředně před vylisováním výrobků nemá na lisování výrazný vliv. Cihlářská směs musí obsahovat určité množství vody, aby bylo možné lisovat tenkostěnné výrobky. Jelikož do sebe sláma ze směsi nepojme v tak krátkém čase významné množství vody, není proces lisování ovlivněn. Tato přidaná suchá sláma postupně absorbuje vodu z výrobků po vylisování a tím jejich vlhkost sníží. Nižší vlhkost výrobku znamená i nižší energetickou náročnost procesu sušení.

9.4.2 Úprava tvaru výrobku

Inovované cihelné bloky výrobní řady HELUZ Family do kterých se přidává drcená sláma, také svojí konstrukcí přispívají k rychlejšímu sušení. Tyto výrobky mají slabší stěny s vyšší četností žebířků. Plocha výrobku, ze které je možné vlhkost odvádět je větší nežli tomu bylo u předchozí řady STI, tím pádem je i účinnost sušení vyšší.

9.5 Snížení energetické náročnosti provozu staveb

Tyto inovované bloky řady Family, do kterých je mimo jiné přidávána sláma dosahují v porovnání s předchozí řadou výrobků STI zvýšení tepelného odporu, čímž přispívají ke snížení energetické náročnosti průmyslových budov i rodinných domů. Stavby z těchto výrobků odpovídají pasivnímu standardu s výrazně nižší spotřebou energií. V tab. 9.1 jsou pro porovnání uvedeny základní parametry zástupce řady Family a STI a vybraných cihelných bloků pro obvodové zdivo ostatních výrobců.

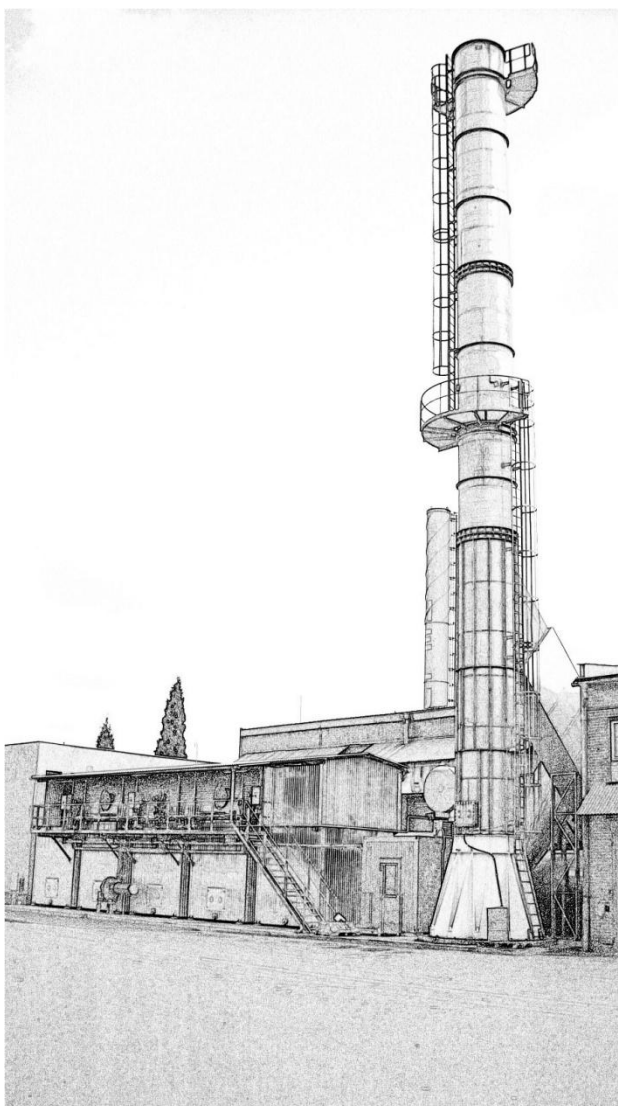
Tab. 9.1 Tepelný odpor výrobků.

Výrobce	Označení výrobku	Šířka zdiva [mm]	Pevnost v tlaku [N.mm ⁻²]	Tepelný odpor (bez omítek) (m ² .K).W ⁻¹
Heluz s.r.o.	Family 50 2v1	500	8	8,64
Heluz s.r.o.	Family 50	500	8	6,14
Xella CZ s.r.o.	Theta+ P1,8-300	499	1,9	5,94
Wienerberger a.s.	Porotherm 50 Hi Profi	500	8	5,91
Heluz s.r.o.	49 STI	490	8	5,13

9.6 Emise komínových plynů

Při výpalu keramických výrobků v peci dochází při hoření spalitelných látek k uvolňování škodlivých plynů. Použitím zemního plynu jako paliva je eliminován obsah pevných částic ve spalinách. Vzniku plyných organických škodlivin není použitím zemního plynu zabráněno. Z toho důvodu je do spalinových cest zabudován moderní řízený spalovací systém (obr. 15) komínových plynů pracující na principu regenerativní termické oxidace. Tímto systémem jsou omezeny emise znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší.

Protokol měření emisí spalinových cest tunelové pece ukazuje složení komínových plynů (viz. příloha 2). Z dostupných měření není možné přímé porovnání vlivu pilin a slámy. Protokol jasně ukazuje vysokou účinnost zařízení termické oxidace spalin. Obsahy měřených emisí několikanásobně podkročují stanovené limity.



Obr. 15 Zařízení regenerativní termické oxidace komínových plynů.

10 DISKUZE

Stejně jako každý jiný technologický proces má i cihlářská výroba svá specifika, na které je nutné brát ohled a pracovat s nimi. V cihlářské výrobě jsou to především vysoké objemy zpracovávaných přírodních surovin, které nemají konstantní vlastnosti. Od této skutečnosti se dále odvíjí i proměnlivé podmínky dalšího zpracování těchto surovin, které ovlivňují většinu důležitých výrobních procesů. Z hlediska udržení konstantních vlastností konečného produktu při měnících se vstupech je tento proces velmi náročný.

10.1 Emise spalin

Z výsledků měření emisí spalinových cest, které se pravidelně provádí ve výrobním závodě, není možné objektivně posoudit, zdali dochází ke změnám množství měřených škodlivin ve spalinových cestách při nahrazení pilin slámou. Tyto měření by musely být provedeny za stejných technologických podmínek výpalu v časovém odstupu v řádu dní. První měření by bylo provedeno s výrobky obsahujícími podíl lehčiv ze 100 % tvořený pilinami. Ve druhém měření by byl podíl lehčiv tvořen ze 100 % drcenou slámou. Při těchto podmínkách by bylo možné určit rozdíl mezi použitím pilin a slámy z hlediska obsahu škodlivin v komínových plynech. Lze ale předpokládat, že by byl rozdíl velmi malý, až zanedbatelný a to především z důvodu použití výkonného spalovacího systému čištění komínových plynů, který svojí účinností s rezervou splňuje legislativní požadavky na emise.

10.2 Objemové zkoušky

Kontrolně výrobní zkoušky, které ukazují potřebné parametry výrobků, jsou prováděny z každé výrobní série daného sortimentu. Z hlediska posouzení účinnosti příměsi pilin a slámy je důležitá hodnota objemové hmotnosti střepu. Výrobky jsou certifikovány s určitými měřitelnými parametry (např. rozměry, váha, OH střepu apod.) s definovanou jmenovitou hodnotou a tolerancí. Z protokolů kontrolně výrobních zkoušek je možné si všimnout mírného kolísání hodnot měřených parametrů, které je způsobeno především nehomogenitou vstupních surovin, kterou není možné výrazně ovlivnit.

Pro posouzení obou vlivu pilin a slámy bylo také velmi důležité určit přesné množství suroviny, které je do směsi přidávané. Je zřejmé, že čím větší vzorek bude sledován, tím přesnějších výsledků měření bude dosaženo. Obsahy surovin ve směsi je nutné určovat jako objem suroviny za čas především kvůli odchylkám ve vlhkosti vstupních surovin. Tyto odchylky vytvářely velké nepřesnosti při hmotnostním určování množství dávkovaných surovin především těch s nízkou objemovou hmotností, jelikož u nich obsah vody vytvářel podstatné rozdíly. Vzhledem k vysoké produkci (90 t.hod⁻¹) cihlářské směsi nebylo možné pro určení obsahu příměsi měřit produkované množství za čas delší než 10 sekund. Aby byla chyba měření minimalizována a vypovídající hodnota měření dostatečná, bylo nutné provádět větší množství měření, ze kterých byly metodou průměru určeny výchozí hodnoty pro výpočty.

10.3 Vlivy surovin

Rozdíl v účinnosti slámy a pilin v takové míře nebyl předpokládán. Proto bude zapotřebí důkladně vyzkoušet, jaké další vlivy bude mít vyšší přidané množství slámy na technologický proces. Na stávajícím dávkovacím zařízení slámy bude nutné provést úpravy, které povedou k navýšení dávkovaného množství. Následně by mělo být provedeno několik výrobních zkoušek, které by potvrdily správnost výpočtů a ukázaly na potenciální odchylky v technologickém procesu, které mohou nastat při vyšším obsahu spalitelných látek v cihlářské směsi.

10.4 Přídavek vody

Vliv obsahu vody na snížení objemové hmotnosti páleného střepu není zatím dostatečně prozkoumán. Dle získaných informací lze předpokládat, že změna obsahu vody v cihlářské směsi bude také ovlivňovat objemovou hmotnost střepu. Rychlost s jakou je sláma schopna vodu pojmout bude pravděpodobně důležitým faktorem v množství vody, která musí být přidána pro vhodné lisovací podmínky. Tyto vlivy je důležité lépe poznat, jelikož by do určité míry mohly výsledky studie ovlivnit.

10.5 Údržba zařízení

Do nákladů na provoz zařízení ke zpracování pilin a slámy nebylo možné zahrnout náklady na údržbu, výměny opotřebitelných dílů a opravy, které by byly zohledněny ve výpočtu ceny zpracování surovin, jelikož tyto záznamy nejsou evidovány.

10.6 Zvýšení účinnosti

Kromě ekonomických a ekologických výhod je podstatné také snížení závislosti na dřevozpracujícím průmyslu. Zajištění dodávek pilin v takovém množství, které uspokojí výrobu, bývá především v zimních měsících obtížné. Z výsledků studie je patrné, že stávajícím strojním zařízením není možné nahradit dosud využívané piliny z více jak 38 obj. %. Příčinou je nedostatečný výkon stávajících drticích mlýnů VM37. V případě, že by byly nahrazeny výkonnější variantou, například VM55, bylo by možné nahradit až 50 % objemu pilin bez dalších nutných zásahů do strojního zařízení.

ZÁVĚR

Při posuzování technologie zpracování pilin a technologie zpracování slámy byly oba procesy důkladně zmapovány. Byly provedeny provozní zkoušky zařízení a výrobní zkoušky s použitím pilin a slámy. Získané parametry byly vyhodnoceny a pomocí výpočtů stanoveny sledované cíle:

- produkce drcené slámy dosahuje pouze 38 % objemu produkce pilin,
- sláma nepůsobí na snížení objemové hmotnosti střepu stejnou měrou jako piliny,
- 1 m³ tříděných pilin nahradí 1,65 m³ drcené slámy,
- cena 1,65 m³ zpracované slámy je o 10,3 % nižší než 1 m³ zpracovaných pilin,
- při produkci 36 266 m³ slámy za rok nastane úspora z nižší spotřeby pilin 859 819 Kč,
- vyšší množství slámy než pilin v surovině vytvoří hořením o 17,4 % více tepla, což pozitivně ovlivní spotřebu zemního plynu při výpalu,
- při produkci 36 266 m³ slámy za rok nastane úspora z nižší spotřeby zemního plynu 1 985 818 Kč,
- zpracování příměsí slámy do cihlářských výrobků má pozitivní přínos v podobě snížení výrobních nákladů na výrobky,
- užívání inovovaných cihelných bloků HELUZ Family s příměsí slámy má pozitivní přínos na snížení energetické náročnosti budov.

Z dosažených výsledků studie vyplývá, že použití příměsí slámy při výrobě cihelných bloků je technologicky vyhovující a ekonomicky výhodnější variantou než konvenčně používané piliny.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. PYTLÍK, Petr. Cihlářství. 1. vydání Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 1995. 264 s. ISBN 80-214-0612-7.
2. PYTLÍK, Petr a Radomír SOKOLÁŘ. Stavební keramika, technologie, vlastnosti a využití. 1. vydání Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003. 287 s. ISBN 80-7204-234-3
3. HERAINOVÁ, Marcela. Cihlářská výroba a kamenina: Učebnice pro střední a odborné školy, Technologie keramiky-část VIII. Vyd. 1. Praha: Silikátový svaz, 2004. Cihlářská výroba, Historie cihlářské výroby, s. 11-12. ISBN 80-86821-07-2.
4. NOVÁK, Jan. Tabulky a výpočty: Výhřevnosti a měrné jednotky palivového dřeva. *Tzbinfo* [online]. © 2001-2012 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>
5. Spalovanie biomasy: Priame spaľovanie slamy. *Green projekt* [online]. © 2006 - 2010 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://www.greenprojekt.sk/spalovaniebiomasy.html>
6. FÍK, Josef. Základní fyzikální vlastnosti ZP (I). *Tzb info* [online]. © 2001 - 2012 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1921-zakladni-fyzikalni-vlastnosti-zp-i>
7. KOZA, Václav. Vlhkost v plynu. *Zemní Plyn* [online]. © 2001 - 2012 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: http://zemniplyn.wz.cz/Contents/vlhkost_0102/vlhkost_0102.htm
8. Úpravy kotlů pro spalování biopaliv. *Biom.cz* [online]. 7.1.2002 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/upravy-kotlu-pro-spalovani-biopaliv>
9. Biomasa ze dřeva, pilin, pelet, štěpek. *Agrifair.cz* [online]. © 2007 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.agrifair.cz/component.php?cocode=section&seid=234>
10. Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. *TZB Info* [online]. 04/2012 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnaní-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
11. Prodej cihel – cihláři v ČR čelí rostoucím dovozům. HEJHÁLEK, Jiří. *Stavebnictví3000.cz* [online]. 4. 8. 2008 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/prodej-cihel-cihlari-v-cr-celi-rostoucim-dovozum/>

12. O NÁS. *CIHLÁŘSKÝ SVAZ ČECH A MORAVY* [online]. [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.cscm.cz/kontakty.html>
13. Cihelné výrobky: Heluz Family 50 2v1. *Heluz* [online]. © 2010 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.heluz.cz/katalog/cihly-pro-obvodove-a-vnitрни-zdivo/cihly-heluz-family/heluz-family-50-2in1-8802.xhtml>
14. Cihelné výrobky: Heluz Family 50. *Heluz* [online]. © 2010 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.heluz.cz/katalog/cihly-pro-obvodove-a-vnitрни-zdivo/cihly-heluz-family/heluz-family-50-brousena-8107.xhtml>
15. Cihelné výrobky: Heluz STI 49. *Heluz* [online]. © 2010 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.heluz.cz/katalog/cihly-pro-obvodove-a-vnitрни-zdivo/cihly-heluz-sti/heluz-sti-49-brousena-s-lepidlem-916730.xhtml>
16. Tepelně izolační tvárnice: Theta+. *Ytong* [online]. [2011] [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/tepelneizolacni-tvarnice-ytong.php>
17. Zdivo: Porotherm 50 Hi Profi Dryfix. *Wienerberger* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/porotherm-50-hi-profi-dryfix.html>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka	Jednotka	Popis
CaCO ₃	[-]	Uhličitan vápenatý
CaO	[-]	Oxid vápenatý
°C	[-]	Stupeň Celsia
Escort250	[-]	Transportní ventilátor
Fe ₂ O ₃	[-]	Oxid železitý
FeO	[-]	Oxid železnatý
GJ	[-]	Gigajoule
MgO	[-]	Oxid hořečnatý
MHB	[-]	Měření hmotnosti balíku
MJ	[-]	Megajoule
MnO	[-]	Oxid manganatý
MOH	[-]	Měření objemové hmotnosti
MPS	[-]	Měření produkce slámy
MZS	[-]	Měření zpracované slámy
SiO ₂	[-]	Oxid křemičitý
TV500	[-]	Transportní ventilátor
TV800	[-]	Transportní ventilátor
VM37	[-]	Vertikální mlýn
hm. %	[-]	Hmotnostní procento
kPa	[-]	Kilopascal
mm	[-]	Milimetr
m ³	[-]	Krychlový metr
obj. %	[-]	Objemové procento
prms	[-]	Prostorový metr sypaný

Symbol	Jednotka	Popis
C_{bal}	[kč.ks ⁻¹]	Cena balíku slámy
C_{en}	[kč.kWh ⁻¹]	Cena elektřiny
C_{pil}	[kč.m ⁻³]	Cena pilin
Cs_m³	[kč.m ⁻³]	Cena drcené slámy
K	[kg.m ⁻³]	Žádané snížení OH
Np_{en}	[kč.h ⁻¹]	Náklady na elektřinu pro provoz pilinové linky
Ns_{en}	[kč.h ⁻¹]	Náklady na elektřinu pro provoz slámové linky
OH	[kg.m ⁻³]	Objemová hmotnost páleného střepu
P_{pr}	[obj. %]	Obsah pilin ve zkušebním vzorku
Qp_{pr}	[obj. %]	Obsah pilin ve směsi ke snížení OH o K
Qs_{pr}	[obj. %]	Obsah slámy ve směsi ke snížení OH o K
Qvp_h	[m ³ .h ⁻¹]	Objem produkce pilinové linky
Qvs_h	[m ³ .h ⁻¹]	Objem produkce slámové linky
S_{pr}	[obj. %]	Obsah slámy ve zkušebním vzorku
Sp_{en}	[kW.h ⁻¹]	Spotřeba elektřiny pilinovou linkou
Ss_{en}	[kW.h ⁻¹]	Spotřeba elektřiny slámovou linkou
Vm	[kg.m ⁻³]	Objemová hmotnost
Vps	[m ³ .h ⁻¹]	Objem produkce drcené slámy
mb	[kg]	Hmotnost balíku slámy
tb	[min]	Doba zpracování balíku
Ø	[mm]	Geometrický průměr

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Kontrolně výrobní zkoušky výrobků

Příloha 2 - Protokol měření emisí spalinových cest

PŘÍLOHA 1

Kontrolně výrobní zkoušky výrobků

Kontrolně výrobní zkouška č.: bez slámy

Závod: Hevlín 1
HELUZ cihlářský průmysl v. o. s.
Odebral: Sedláček
Označení vzorků: 2103R20

Druh výrobku: Miako 19/62,5
Počet kusů: 10
Zkoušku prováděl: Sedláček
Zkoušeno dne: 26.3.2012

Ozn.	Délka /mm/	Šířka spodní /mm/	Šířka horní /mm/	Šířka největší /mm/	Výška celková /mm/	Výška ozubu /mm/	Hmotnost /kg/	Obj. hm. Tvarovky /kg.m ⁻³ /	Hmotn. mokrý (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. Střepu (kg.m3)	Nasák. za studena /%/	Únosnost (přím. zat.) /kN/
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.	251,60	458,20	526,50	529,40	188,30	61,60	13,81	551	17,28	8,17	1516	25,13	
9.	251,30	457,00	526,10	527,70	188,50	62,50	13,81	552	17,27	8,19	1521	25,05	
10.	251,60	458,10	525,70	528,50	188,50	61,80	13,81	551	17,27	8,21	1524	25,05	
Prům.	252	458	526	529	188	62	13,81	551			1520	25,08	#DIV/0!
CSN	250	455	525	525	190	60							
MIN	245	446	515	515	181	58							
MAX	255	462	534	534	190	62		800					
PRUM.												>=12	>=2,3
JEDN.								850				>=10	>=2,3
Splňuje	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano		Ano				Ano	#DIV/0!

Poznámka:

Vyhodnocení: V rozměrech vyhovují, únosnost vyhovuje PNG 72 2640-9.část.

Datum: 26.3.2012

Podpis:

Kontrolně výrobní zkouška č.: 79-2012

Závod: **Hevlín 1**
HELUZ cihlářský průmysl v. o. s.
 Odebral: **Sedláček**
 Označení vzorků: **2103R20**

Druh výrobku: **Miako 19/62,5**
 Počet kusů: **10**
 Zkoušku prováděl: **Sedláček**
 Zkoušeno dne: **26.3.2012**

Ozn.	Délka /mm/	Šířka spodní /mm/	Šířka horní /mm/	Šířka největší /mm/	Výška celková /mm/	Výška ozubu /mm/	Hmotnost /kg/	Obj. hm. Tvarovky /kg.m ⁻³ /	Hmotn. mokrý (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. Střepu (kg.m3)	Nasák. za studena /%/	Únosnost (přímk. zat.) /kN/
1.	253,10	458,50	526,60	528,60	188,60	61,70	13,43	532					4,40
2.	253,20	456,70	524,90	526,60	188,70	61,60	13,32	529					4,10
3.	253,50	456,30	524,00	526,40	188,80	61,80	13,34	529					6,10
4.	253,60	457,80	525,60	527,40	188,40	61,90	13,43	533					6,20
5.	253,50	457,00	524,60	526,50	188,80	61,60	13,34	529					6,20
6.	253,40	457,00	525,50	526,70	188,90	62,30	13,32	528					2,90
7.	253,20	456,80	525,20	526,60	188,70	61,90	13,33	530					4,60
8.	252,70	457,60	525,60	527,10	188,80	62,00	13,41	533	16,91	7,81	1474	26,10	
9.	253,10	457,30	525,30	527,70	188,60	62,20	13,33	529	16,86	7,74	1462	26,48	
10.	252,80	457,50	526,00	527,30	188,60	62,20	13,42	534	16,91	7,82	1476	26,01	
Prům.	253	457	525	527	189	62	13,37	531			1471	26,20	4,93
CSN	250	455	525	525	190	60							
MIN	245	446	515	515	181	58							
MAX	255	462	534	534	190	62		800					
PRUM.												>=12	>=2,3
JEDN.								850				>=10	>=2,3
Splňuje	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano		Ano				Ano	Ano

Poznámka:

Vyhodnocení: V rozměrech vyhovují, únosnost vyhovuje PNG 72 2640-9.část.

Datum: 26.3.2012

Podpis:

Poloprovozní zkouška:

bez slámy

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

2403N20

Zkoušeno dne:

28.3.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7	115,10	498,50	249,00	10,79	13,54	6,33	755	1497	50	25		
8	115,20	499,50	248,90	10,80	13,54	6,34	754	1500	50	25		
9	115,30	498,70	248,90	10,78	13,52	6,32	753	1497	50	25		
Prům.	115	499	249	10,79			754	1498	50	25		#DIV/0!
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	#DIV/0!
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	#DIV/0!
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	#DIV/0!
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 28.3.2012

podpis:

Kontrolně výrobní zkouška:

82-2012

Závod:	HEVLÍN 1	Druh výrobku:	11,5 SB
	HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.	Počet kusů:	9
Odebral:	Sedláček	Zkoušku prováděl:	Sedláček
Označení vzorků:	2403N20	Zkoušeno dne:	28.3.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1	115,40	498,90	249,00	10,68			745				760	13,20
2	115,60	498,10	248,90	10,71			747				695	12,07
3	115,60	499,10	249,00	10,69			744				710	12,31
4	115,60	498,60	248,90	10,71			747				830	14,40
5	115,50	499,40	248,80	10,50			732				665	11,53
6	115,10	498,40	249,00	10,51			736				730	12,73
7	115,20	499,30	249,00	10,50	13,30	6,10	733	1458	50	27		
8	115,70	499,80	249,00	10,47	13,26	6,05	727	1452	50	27		
9	115,20	498,20	248,90	10,49	13,23	6,03	734	1457	50	26		
Prům.	115	499	249	10,58			738	1456	50	26		12,71
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	1,00649
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	7,92188
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	11,75
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 28.3.2012

podpis:

Poloprovozní zkouška:

bez slámy

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

0304N20

Zkoušeno dne:

10.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7	115,00	496,90	249,20	11,13	13,93	6,57	782	1512	48	25		
8	115,10	497,20	249,20	11,12	13,90	6,55	780	1513	48	25		
9	115,20	497,00	249,10	11,14	13,92	6,56	781	1514	48	25		
Prům.	115	497	249	11,13			781	1513	48	25		#DIV/0!
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	#DIV/0!
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	#DIV/0!
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ne	Ano			Pevnost dle 771-1	#DIV/0!
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

Datum: 10.4.2012

podpis:

Kontrolně výrobní zkouška:

93-2012

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

0304N20

Zkoušeno dne:

10.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1	115,50	496,60	249,00	10,77			754				760	13,25
2	115,10	496,50	249,10	10,79			758				795	13,91
3	115,20	497,20	249,00	10,78			756				790	13,79
4	115,10	497,10	249,00	10,78			757				750	13,11
5	115,40	497,20	249,10	10,79			755				815	14,20
6	115,30	497,20	249,00	10,76			754				765	13,34
7	115,20	496,20	249,00	10,77	13,53	6,16	757	1461	48	26		
8	115,10	496,10	249,00	10,76	13,53	6,17	757	1462	48	26		
9	115,20	496,80	249,00	10,77	13,53	6,17	756	1463	48	26		
Prům.	115	497	249	10,77			756	1462	48	26		13,60
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	0,43099
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	3,16860
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	13,19
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 10.4.2012

podpis:

Poloprovozní zkouška:

bez pilin

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

1004R20

Zkoušeno dne:

13.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepe (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7	115,50	497,70	248,80	10,90	13,60	6,55	762	1546	51	25		
8	115,30	497,50	248,90	10,89	13,58	6,54	763	1547	51	25		
9	115,40	497,20	248,90	10,90	13,59	6,56	763	1550	51	25		
Prům.	115	497	249	10,90			763	1548	51	25		#DIV/0!
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	#DIV/0!
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	#DIV/0!
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ne	Ne			Pevnost dle 771-1	#DIV/0!
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENÍ:

Datum: 13.4.2012

podpis:

Kontrolně výrobní zkouška:

95-2012

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

1004R20

Zkoušeno dne:

13.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1	115,40	496,50	249,00	10,16			712				795	13,88
2	115,40	497,10	248,80	10,19			714				810	14,12
3	115,40	496,40	249,00	10,15			712				680	11,87
4	115,30	496,90	249,00	10,19			714				800	13,96
5	115,50	496,50	249,00	10,15			711				805	14,04
6	115,40	496,50	248,90	10,14			711				665	11,61
7	115,30	496,70	248,90	10,16	12,98	5,95	713	1445	51	28		
8	115,20	496,90	248,90	10,14	12,88	5,85	712	1442	51	27		
9	115,20	496,80	249,00	10,15	12,86	5,85	712	1448	51	27		
Prům.	115	497	249	10,16			712	1445	51	27		13,25
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	1,17316
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	8,85701
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	12,13
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 13.4.2012

podpis:

Poloprovozní zkouška:

bez pilin

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

1104R20

Zkoušeno dne:

16.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7	115,20	499,50	249,00	10,79	13,44	6,37	753	1526	51	25		
8	115,70	500,00	249,00	10,81	13,48	6,40	750	1527	51	25		
9	115,60	499,90	249,00	10,81	13,48	6,41	751	1529	51	25		
Prům.	116	500	249	10,80			752	1527	51	25		#DIV/0!
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	#DIV/0!
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	#DIV/0!
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ne			Pevnost dle 771-1	#DIV/0!
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENÍ:

Datum: 16.4.2012

podpis:

Kontrolně výrobní zkouška:

96-2012

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5 SB

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

1104R20

Zkoušeno dne:

16.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepu (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1	114,70	497,00	249,00	10,01			705				695	12,19
2	114,60	497,20	249,00	10,01			706				735	12,90
3	115,10	496,50	249,00	10,03			705				700	12,25
4	115,10	497,00	249,00	10,02			703				780	13,64
5	114,80	496,90	249,00	10,02			705				700	12,27
6	115,00	497,10	249,00	9,99			702				775	13,56
7	114,80	496,70	248,90	10,01	12,80	5,82	705	1434	51	28		
8	114,80	497,50	249,00	10,00	12,78	5,81	703	1435	51	28		
9	114,90	497,10	249,00	10,00	12,74	5,78	703	1437	51	27		
Prům.	115	497	249	10,01			704	1435	51	28		12,80
ČSN EN	115	497	249				725	1450			s	0,66836
MIN:	112	491	248				689	1378			v (%)	5,22134
MAX.	118	503	250				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	12,17
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 16.4.2012

podpis:

Poloprovozní zkouška:

bez piliny

Závod:

HEVLÍN 1

Druh výrobku:

11,5

HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.

Počet kusů:

9

Odebral:

Sedláček

Zkoušku prováděl:

Sedláček

Označení vzorků:

1804R20

Zkoušeno dne:

23.4.2012

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepe (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7	115,60	498,20	238,10	10,15	12,60	5,90	740	1515	51	24		
8	115,30	497,90	236,70	10,12	12,62	5,94	745	1515	51	25		
9	115,70	498,10	237,80	10,15	12,64	5,96	741	1519	51	25		
Prům.	116	498	238	10,14			742	1516	51	24		#DIV/0!
ČSN EN	115	497	238				725	1450			s	#DIV/0!
MIN:	112	491	234				689	1378			v (%)	#DIV/0!
MAX.	118	503	242				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	#DIV/0!
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 23.4.2012

podpis:

Kontrolně výrobní zkouška:

102-2012

Závod: **HEVLÍN 1** Druh výrobku: **11,5**
HELUZ cihlářský průmysl v.o.s. Počet kusů: **9**
 Odebral: **Sedláček** Zkoušku prováděl: **Sedláček**
 Označení vzorků: **1804R20** Zkoušeno dne: **23.4.2012**

Ozn.	Šířka (mm)	Délka (mm)	Výška (mm)	Hmotn. suchá (kg)	Hmotn. mokrá (kg)	Hmotn. pod vodou (kg)	Obj.hm. tvarovky (kg/m ³)	Obj.hm. střepe (kg/m ³)	Vyleh. otvory (%)	Nasák. za studena (%)	Naměřená hodnota pevnosti (kN)	Pevnost v tlaku (N/mm ²)
1	115,60	499,00	240,30	9,64			695				630	10,92
2	115,90	499,20	240,60	9,66			694				655	11,32
3	115,30	498,60	239,70	9,47			687				715	12,44
4	115,40	498,90	241,10	9,62			693				615	10,68
5	115,40	498,40	239,70	9,50			689				565	9,82
6	115,20	499,00	239,80	9,46			686				640	11,13
7	115,90	498,80	240,30	9,62	12,34	5,54	692	1415	51	28		
8	115,40	497,40	238,40	9,46	12,17	5,46	691	1410	51	29		
9	115,40	498,60	239,80	9,46	12,21	5,46	686	1401	51	29		
Prům.	116	499	240	9,54			690	1409	51	29		11,05
ČSN EN	115	497	238				725	1450			s	0,85569
MIN:	112	491	234				689	1378			v (%)	7,74166
MAX.	118	503	242				761	1522				
Splňuje	Ano	Ano	Ano				Ano	Ano			Pevnost dle 771-1	10,24
Jedn.												
MAX.	3	7	5									
Splňuje	Ano	Ano	Ano									

Poznámka: Tolerance T2 a R2

VYHODNOCENI:

V rozměrech vyhovují, P-10, OH-725, ČSN EN 771-1

Datum: 23.4.2012

podpis:

PŘÍLOHA 2

Protokol měření emisí spalinových cest

Laboratoř měření emisí



detekta

Franzova 63, 614 00 Brno - Maloměřice

autorizovaná rozhodnutím MŽP Praha č.j. 2215/740/05 ze dne 29.6.2005

Protokol o autorizovaném měření emisí č. 299/2010

Zákazník: HELUZ s.r.o., Dolní Bukovsko 295,
373 65 Dolní Bukovsko

Označ. zdroje: cihelna Hevlín II zdroj č. 101 - cihlářská tunelová pec, měření
plynných emisí, TZL, celkového fluoru a
chloru, formaldehydu, vybraných
organických polutantů, VZT parametry

Datum měření: 2.9. 2010

Měřil: Ing. Jiří VOSÁHLO
Patrik ŠČUDLA

Vypracoval: Ing. Jiří VOSÁHLO

Datum vystavení: 30.11. 2010

Protokol schválil:
Mgr. Andrea Matušincová, vedoucí laboratoře

Počet listů: 17/7
(protokol/přílohy)

Výtisk číslo: **Rozdělovník:** 1-4 objednatel
0 archiv laboratoře

- OBSAH:**
1. Úvod
 2. Stručný popis proměřovaného emisního zdroje
 3. Průběh měření
 4. Výsledky měření emisí
 5. Použitá literatura
 6. Způsob měření
 7. Emisní limity

- PŘÍLOHY:**
- A. Grafické záznamy z počítačového sběru dat SAME
 - B. Výsledky stanovení fluoru, chloru
 - C. Výsledky stanovení organických polutantů
 - D. Výsledky stanovení formaldehydu

1. Úvod

Na základě objednávky provedla dne 2. září 2010 Autorizovaná laboratoř pro kontrolu emisí a imisí fy DETEKTA s.r.o., Franzova 63, 614 00 Brno měření koncentrací základních plyných emisních složek NO_x, CO, SO₂, celkového organického uhlíku jako TOC, dále celkového F, Cl a O₂, tuhých znečišťujících látek (dále jen TZL), formaldehydu a benzenu, toluenu, sumy xylenu, etylbenzenu, styrenu na nově instalované průběžné cihlářské tunelové peci spalující ZP, ve firmě HELUZ s.r.o. Dolní Bukovsko 295, 373 65 Dolní Bukovsko, cihelna Hevlín II.

Cílem objednaných měřických prací bylo zjistit autorizovaným měřením koncentrace výše uvedených emisních složek za předepsaných podmínek, dále vypočítat hmotnostní hodinové emisní toky, stanovit měrné výrobní emise a provést porovnání s platnými emisními limity pro každou proměřovanou emisní složku za běžného provozního režimu zdroje emisí.

Předmětem objednávky bylo rovněž proměření stavových veličin v příslušných VZT potrubích (teplota, dynamický, barometrický a statický tlak, rychlost proudění a vlhkost spalin).

Vlastní měření byla provedena jako autorizovaná jednorázová, dle Zákona o ovzduší č. 86/2002 Sb. jeho nařízení vlády a vyhlášek MŽP a dle příručky jakosti autorizované laboratoře. Minimální doba měřicího cyklu plyných emisí na tunelové peci činila 6 hodin.

Za objednatele jednotlivých zdrojů znečištění se měření emisí zúčastnil Ing. Kulhan, vedoucí závodu p. Smola, vedoucí výroby p. Juříček a obsluha proměřovaného zařízení.

2. Stručný popis proměřovaného emisního zdroje

a) tunelová pec č. 101

Stavební těleso pece je vystavěné z žáruvzdorných tvarovek a vnější plášť z lícového zdiva, strop na sucho položený z žáruvzdorných vyzdívek, průjezdná tunelová pec o rozměrech 171,50 x 7,45 m.

- tloušťka vnitřní stěny – 240 mm
- tloušťka lícové cesty – 115 mm
- formát cihel pro lícové zdivo – 2DF

- tloušťka izolace – 60 mm
- vnitřní rozměry - 6,35 x 1,30m
- výrobce - KELLER HCW GmbH, Postfach 2064 Ibebnuren
- palivo – zemní plyn
- přípojný výkon – 680 kW
- počet pecních vozů / den - 55 ks
- rozměry vozu – 5342 x 6460 mm
- počet vozů v peci - 32
- doba průjezdu tunelovou pecí – 12 hodin
- počet hořáků 394 ks jmenovitý výkon 1ks 60 kW max.
- 2x vrata předehřívací komory a komorových propustí - zdvihací vrata pro použití u předehřívací komory popř. na komorových propustech pece, vrata jsou ovládány automaticky a jsou vybavena bezpečnostními zařízeními.

- ventilátory předehřívací a výstupní kontroly :

Objemové proudění:	148.000 m ³ / hod
Tlačení:	80 daPa
Teplota:	160 °C
Motor:	75 kW

a/ Předehřívací pásmo – plynové vysokorychlostní hořáky pro boční výpal 36 ks jmenovitý max. výkon hořáku 120kW

b/ žárové pásmo – plynové injekční hořáky stropní.

Ventilátor

- spalinový ventilátor 1ks 49 m³/s
- stěna pece v rozpalovací zóně do 700 °C kyselinovzdorná
- stěna pece v chladicí zóně od 350 °C z ostře pálených cihel
- pískový žlábek v tunelové peci k postrannímu utěsnění vypalovacích prostor pece proti zóně podvozků vozů

Způsob řízení - velím, počítačový systém, plně automatický provoz

- 51 pecních vozů - ocelové podvozky pecních vozů ve stabilní, svařované a rozměrově přesné ocelové profilové konstrukci s plechy pískového žlábků a čelním utěsněním pomocí těsnící šňůry
- provedení: 4 – osé, jednoduchá stopa
- nástavby pecních vozů - ohnivzdorné nástavby pecních vozů s izolačním jádrem, okrajem vozu a krytím plošiny. Jakosti, sledy vrstev a tloušťky vrstev použitých ohnivzdorných látek a izolačních materiálů jsou přizpůsobené teplotě výpalu, době průjezdu pecí a atmosféře v peci

Asanátor

Zařízení pro termické spalování spalin. Jedná se o 5-ti komorový reaktor se společným spalovacím prostorem.

- výška reaktorové komory – 1,2 m
- tloušťka stěn reaktoru – 5 mm
- tloušťka spalovací komory – 4 mm
- spodní část reaktoru je pochůzná
- keramické výplně – spodní 2 řady nad roštem jsou z voštin 25-cel, další 4 řady z voštin 40-cel
- u zařízení je funkční mokré čištění roštu i proces Burn-out
- palivo – zemní plyn
- výrobce - ENETEX KIA s.r.o. Modřice ul. Brněnská 595

- typ - RTNV 110/5

- výkon – zařízení je dimenzováno tak, aby výkonově vyhovělo objemu vzdušiny z tunelové pece, kde je projektováno $49 \text{ m}^3/\text{s}$ při teplotě 180°C , což je v přepočtu $110\,000 \text{ m}^3/\text{hod}$ hořáky – počet 3 ks MAXON, výkon 1195 kW a výrobce MAXON.

potrubí odvádějící spaliny do komína – ocelové izolované, celkem 3 měřící místa na potrubí do komína v předepsaném úhlovém rozestupu viz. výkresová příloha

- komín – výška a konstrukce 35 m, ocelový komín nerezovým na betonové základové desce, - způsob řízení – programovatelným automatem Siemens Simatic S7-300 s operátorským panelem samostatně obsluhujícím s řídicím a vizualizačním SOFTWAREM, historie se automaticky ukládá.

Po celou dobu měření emisí byl v peci vypalován stejný sortiment pod obchodním označením Heluz 24 PLUS.

Cihly Heluz 24 PLUS byly do pece naváženy v tzv. vozech, na jednom voze bylo naloženo 840 ks cihel Heluz 24 PLUS (suchá cihla váží 15,5 kg a vypálená 14,2 kg). Interval navážení do pece činilo 60 vozů za 24 hodin.

Při výrobě cihel Heluz 24 PLUS jsou do základního cihlářského materiálu (hlína – 55 %, která je těžena v nedalekém ložisku), přidávány piliny z listnatých i jehličnatých stromů, a to v množství 20 % obj a 25 % buničiny.

V průběhu měření emisí byla průměrná spotřeba ZP na peci $22\,000 \text{ m}^3/24 \text{ hodin}$ a na spalovně $1\,000 \text{ m}^3/24 \text{ hodin}$.

3. Průběh měření

Dne 2.9.2010 v dopolední směně byly proměřeny předepsané emise na výduchu z cihlářské tunelové pece. V průběhu měření emisí nedošlo k žádným podstatným výkonovým výkyvům v provozu předmětného zařízení.

4. Výsledky měření emisí

Koncentrace látek v tabulkách s rozměrem mg/m^3 jsou již vztaženy na normální stavové podmínky $101,325 \text{ kPa}$, 0°C a na přirozeně vlhký nosný plyn.

Poznámka: Hodnota emisního toku měřené škodliviny byla vypočtena jako součin koncentrace složky za NP ve vlhké vzdušině a objemového toku vzdušiny za stejných podmínek.

Měrná výrobní emise byla vypočtena z údaje o množství broušených cihel sdělené provozovatelem ústním sdělením a hmotnostního toku škodliviny.

4.1 Souhrn výsledků měření emisí

Tabulka č. 1: Souhrn výsledků měření emisí na tunelové peci		
	Zdroj: Jm. výkon: palivo: měřeno dne: výkon:	tunelová pec ZP 23,64 MW 2.9.2010 100%
Průměrné koncentrace sledovaných emisních složek za NP a ve vlhkých spal.		
měřená složka	jednotka	koncentrace
TZL	[mg/m ³]	6,4
SO ₂	"	22
ΣNO _x	"	256
CO	"	155
TOC	"	9,7
F	"	0,7
Cl	"	4,3
HCHO	"	3,7
Benzen	"	1,47
Toluen	"	1,66
Suma xylenu	"	0,35
Etylbenzen	"	1,36
Styren	"	1,96
O ₂	"	13,5
Hmotnostní toky jednotlivých emisních složek		
M _t TZL	[kg/hod]	0,176
M _t SO ₂	"	0,589
M _t ΣNO _x	"	6,992
M _t CO	"	4,229
M _t TOC	"	0,265
M _t F	"	0,018
M _t Cl	"	0,117
M _t HCHO	"	0,101
M _t Benzen	"	0,040
M _t Toluen	"	0,045
M _t Suma xylenu	"	0,009
M _t Etylbenzen	"	0,037
M _t Styren	"	0,053
Q _{V NP}	[m ³ /hod]	27318
Měrné výrobní emise (vztaženy na 10.000 tun vypálených cihel)		
tuny cihel:	[t/hod]	29,820
MVE TZL	[kg/10.000 tun]	58,9
MVE SO ₂	"	197,4
MVE ΣNO _x	"	2344,8
MVE CO	"	1418,1
MVE TOC	"	88,9
MVE F	"	6,1
MVE Cl	"	39,2
MVE HCHO	"	33,7
MVE Benzen	"	13,5
MVE Toluen	"	15,2
MVE Suma xylenu	"	3,2
MVE Etylbenzen	"	12,4
MVE Styren	"	17,9

Rozšířené nejistoty měření u jednotlivých plynných složek budou sděleny na vyžádání.

$Q_{V\ NP}$ objemový tok vlhké vzdušiny proměřovaným potrubím vztažený na normální stavové podmínky
 M_{IX} průměrný hmotnostní tok složky X na proměřovaném výduchu
 NP normální stavové podmínky 0 °C a tlak 1013,25 hPa
 MVE..... měrná výrobní emise

4.2. Podrobné výsledky měření koncentrací

Tabulka č. 2: Přepočtené hodnoty plynných emisí na NP a přirozeně vlhký nosný plyn tunelová pec									
Čas		SO ₂ [ppm]	SO ₂ [mg/m ³]	CO [ppm]	CO [mg/m ³]	NO [ppm]	suma NO _x [mg/m ³]	TOC [mg/m ³]	O ₂ [% obj.]
00:05 - 06:05	Průměr	7	22	124	155	125	256	9,7	13,54
00:05 - 00:35	Průměr	9	25	96	120	119	243	6,3	14,34
00:35 - 01:05	Průměr	9	26	120	150	124	255	8,5	13,97
01:05 - 01:35	Průměr	6	18	134	168	132	270	9,0	13,77
01:35 - 02:05	Průměr	7	19	127	159	132	270	9,9	13,59
02:05 - 02:35	Průměr	7	21	129	161	131	268	10,9	13,32
02:35 - 03:05	Průměr	7	20	129	161	128	262	11,2	13,20
03:05 - 03:35	Průměr	9	25	127	158	124	255	11,5	13,23
03:35 - 04:05	Průměr	7	19	124	155	117	240	10,6	13,34
04:05 - 04:35	Průměr	7	20	131	164	121	248	11,1	13,28
04:35 - 05:05	Průměr	7	21	129	161	124	255	11,1	13,25
05:05 - 05:35	Průměr	8	24	123	154	123	253	9,1	13,36
05:35 - 06:05	Průměr	7	20	116	146	124	253	7,3	13,81

Tabulka č. 3: Měření emisí TZL na tunelové peci					
vzorkovací profil:			odběr s odstraněním vlhkosti		
plocha	[m ²]		4,5239		
tvar a průřez plochy	-		Ø 2,4 m		
počet os:			2		
počet bodů celkem:	[n]		13		
Délka rovného úseku před/ za odb. místem	[m/m]		12/20		
Odběr číslo			I.	II.	III.
Datum			2.9.2010	2.9.2010	2.9.2010
Začátek odběru	[hod]		8:20	11:15	13:20
Vlastnosti plynu v potrubí					
teplota	[°C]		217,9	223,5	220,1
tlak atmosférický	[Pa]		99 450	99 450	99 450
tlakový rozdíl	[Pa]		-21	-26	-22
fiktivní vlhkost	[kg/m ³]		0,0659	0,0659	0,0659
obsah O ₂	[%]		13,8	13,3	13,4
obsah CO ₂	[%]		4,6	5,0	4,9
hustota	[kg/m ³]		0,654	0,687	0,691
rychlost průměrná	[m/s]		3,13	3,15	2,99
průtok Q _{V PM}	[m ³ /hod]		50953	51246	48774
průtok Q _{S PM}	[m ³ /hod]		46775	47044	44775
průtok Q _{V NP}			27806	27649	26498
průtok Q _{V NP} průměr	[m ³ /hod]		27318		
Odběrové podmínky:					
tryska sondy - průměr	[mm]		14	14	14
teplota na plynoměru	[°C]		16,5	17,5	19,0
statický tlak na plynoměru	[Pa]		-31000	-33000	-34000
teoretický průtok plynoměrem	[m ³ /hod]		1,3730	1,4112	1,3802
prošlý objem:	[m ³]		0,9234	0,9173	0,9555
čas	[min]		39	39	39
skutečný průtok plynoměrem	[m ³ /hod]		1,4206	1,4112	1,4700
Prošlý objem za NP	[m ³]		0,5883	0,5654	0,5771
Přírůstek hm. filtru	[mg]		3,9	4,1	3,7
Koncentrace TZL za NP v such. spalínách	[mg/m ³]		6,6	7,3	6,4
Průměr				6,8	
Koncentrace TZL za NP ve vlh. spalínách	[mg/m ³]		6,3	6,9	6,1
Průměr				6,4	
<i>Poznámka: NP - normální stavové podmínky (101.325 kPa a 0 °C)</i>					

Tabulka č. 4: Měření emisí celkového fluoru jako F na tunelové peci						
Měření č.	Doba odběru	Objem vzorku [ml]	Prošlý objem		Koncentrace F ⁻ [mg/vzorek]	Koncentrace F za NP [mg/m ³]
			za PM [m ³]	za NP [m ³]		
1	7:35-8:05	94,0	0,0301	0,0279	0,024	0,9
2	10:03-10:33	100,0	0,0288	0,0267	0,020	0,7
3	12:41-13:11	95,0	0,0295	0,0274	0,011	0,4
Průměr						0,7
<i>Poznámka: Hodnoty jsou již přepočteny na NP a přirozeně vlhký nosný plyn.</i>						

Tabulka č. 5: Měření emisí Cl na tunelové peci						
Měření č.	Doba odběru	Objem vzorku [ml]	Prošlý objem		Koncentrace Cl [mg/vzorek]	Koncentrace Cl za NP [mg/m ³]
			za PM [m ³]	za NP [m ³]		
1	7:35-8:05	94,0	0,0301	0,0279	0,110	3,9
2	10:03-10:33	100,0	0,0288	0,0267	0,140	5,2
3	12:41-13:11	95,0	0,0295	0,0274	0,100	3,7
Průměr						4,3

Poznámka: Hodnoty jsou již přepočteny na NP a přirozeně vlhký nosný plyn.

Tabulka č. 6: Měření emisí HCHO na tunelové peci						
Měření č.	Doba odběru	Objem vzorku [ml]	Prošlý objem		Koncentrace HCHO [mg/vzorek]	Koncentrace HCHO za NP [mg/m ³]
			za PM [m ³]	za NP [m ³]		
1	8:27-8:57	78,0	0,0371	0,0344	0,152	4,4
2	11:01-11:31	76,0	0,0352	0,0326	0,110	3,4
3	13:22-13:52	71,0	0,0333	0,0309	0,100	3,2
Průměr						3,7

Poznámka: Hodnoty jsou již přepočteny na NP a přirozeně vlhký nosný plyn.

Tabulka č. 7: Měření emisí benzenu na tunelové peci				
Měření číslo		1	2	3
Datum		2.9.2010	2.9.2010	2.9.2010
Doba odběru	[hod]	7:39 - 8:09	10:24 - 10:54	12:46 - 13:06
Naměřená koncent. benzenu	[μg/vzorek]	65,4	73,1	73,3
Odběrové podmínky:				
prošlý objem plynoměrem:	[m ³]	0,0523	0,0514	0,0533
průměrný tlak:	[Pa]	0	0	0
průměrná teplota	[°C]	17,0	19,0	20,5
atmosférický tlak:	[Pa]	99450	99450	99450
vlhkost	[obj. %]	8,2	8,2	8,2
Prošlý objem za NP a vlhké vzdušíně	[m³]	0,0483	0,0472	0,0487
Konc. benzenu za NP a vlhké vzdušíně	[mg/m³]	1,35	1,55	1,51
Konc. benzenu průměr	[mg/m³]	1,47		

Poznámka: NP - normální stavové podmínky (101.325 kPa a 0 °C), vztaženo na vlhkou vzdušinu.

Tabulka č. 8: Měření emisí toluenu na tunelové peci				
Měření číslo		1	2	3
Datum		2.9.2010	2.9.2010	2.9.2010
Doba odběru	[hod]	7:39 - 8:09	10:24 - 10:54	12:46 - 13:06
Naměřená koncent. toluenu	[μg/vzorek]	70,2	84,4	85,0
Odběrové podmínky:				
prošlý objem plynoměrem:	[m ³]	0,0523	0,0514	0,0533
průměrný tlak:	[Pa]	0	0	0
průměrná teplota	[°C]	17,0	19,0	20,5
atmosférický tlak:	[Pa]	99450	99450	99450
vlhkost	[obj. %]	8,2	8,2	8,2
Prošlý objem za NP a vlhké vzdušíně	[m³]	0,0483	0,0472	0,0487
Konc. toluenu za NP a vlhké vzdušíně	[mg/m³]	1,45	1,79	1,75
Konc. toluenu průměr	[mg/m³]	1,66		

Poznámka: NP - normální stavové podmínky (101.325 kPa a 0 °C), vztaženo na vlhkou vzdušinu.

Tabulka č. 9: Měření emisí sumy xylenů na tunelové peci

Měření číslo		1	2	3
Datum		2.9.2010	2.9.2010	2.9.2010
Doba odběru	[hod]	7:39 - 8:09	10:24 - 10:54	12:46 - 13:06
Naměřená koncent. sumy xylenů	[μg/vzorek]	14,0	18,7	17,2
Odběrové podmínky:				
prošlý objem plynoměrem:	[m ³]	0,0523	0,0514	0,0533
průměrný tlak:	[Pa]	0	0	0
průměrná teplota	[°C]	17,0	19,0	20,5
atmosférický tlak:	[Pa]	99450	99450	99450
vlhkost	[obj. %]	8,2	8,2	8,2
Prošlý objem za NP a vlhké vzdušiny	[m ³]	0,0483	0,0472	0,0487
Konc. sumy xylenů za NP a vlhké vzdušiny	[mg/m ³]	0,29	0,40	0,35
Konc. sumy xylenů průměr	[mg/m³]	0,35		

Poznámka: NP - normální stavové podmínky (101.325 kPa a 0 °C), vztaženo na vlhkou vzdušinu.

Tabulka č. 10: Měření emisí etylbenzenu na tunelové peci

Měření číslo		1	2	3
Datum		2.9.2010	2.9.2010	2.9.2010
Doba odběru	[hod]	7:39 - 8:09	10:24 - 10:54	12:46 - 13:06
Naměřená koncent. etylbenzenu	[μg/vzorek]	48,3	74,4	72,6
Odběrové podmínky:				
prošlý objem plynoměrem:	[m ³]	0,0523	0,0514	0,0533
průměrný tlak:	[Pa]	0	0	0
průměrná teplota	[°C]	17,0	19,0	20,5
atmosférický tlak:	[Pa]	99450	99450	99450
vlhkost	[obj. %]	8,2	8,2	8,2
Prošlý objem za NP a vlhké vzdušiny	[m ³]	0,0483	0,0472	0,0487
Konc. etylbenzenu za NP a vlhké vzdušiny	[mg/m ³]	1,00	1,58	1,49
Konc. etylbenzenu průměr	[mg/m³]	1,36		

Poznámka: NP - normální stavové podmínky (101.325 kPa a 0 °C), vztaženo na vlhkou vzdušinu.

Tabulka č. 11: Měření emisí styrenu na tunelové peci

Měření číslo		1	2	3
Datum		2.9.2010	2.9.2010	2.9.2010
Doba odběru	[hod]	7:39 - 8:09	10:24 - 10:54	12:46 - 13:06
Naměřená koncent. styrenu	[μg/vzorek]	55,5	114,0	112,0
Odběrové podmínky:				
prošlý objem plynoměrem:	[m ³]	0,0523	0,0514	0,0533
průměrný tlak:	[Pa]	0	0	0
průměrná teplota	[°C]	17,0	19,0	20,5
atmosférický tlak:	[Pa]	99450	99450	99450
vlhkost	[obj. %]	8,2	8,2	8,2
Prošlý objem za NP a vlhké vzdušiny	[m ³]	0,0483	0,0472	0,0487
Konc. styrenu za NP a vlhké vzdušiny	[mg/m ³]	1,15	2,42	2,30
Konc. styrenu průměr	[mg/m³]	1,96		

Poznámka: NP - normální stavové podmínky (101.325 kPa a 0 °C), vztaženo na vlhkou vzdušinu.

5. Použitá literatura**Tabulka č. 12: Legislativa**

Předpis	Obsah
Zákon č. 86/2002 Sb., v platném znění	Zákon o ochraně ovzduší
Nařízení vlády č. 146/2007 Sb. ve znění nařízení vlády č. 476/2009 Sb.	Nařízení vlády o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
Vyhláška MŽP 205/2009 Sb.	Vyhláška Ministerstva životního prostředí o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Tabulka č. 13: Seznam zkušebních metod (SOP)

SOP	Název	Použití
SOP 01	Měření rychlosti a proudění plynů v potrubí Stanovení obsahu vodní páry v potrubí	x
SOP 02	Stanovení hmotnostní koncentrace plyných znečišťujících látek automatizovanými analyzátory (SO ₂ , NO _x , CO, O ₂)	x
SOP 03	Stanovení hmotnostní koncentrace organických látek vyjádřených jako celkový organický uhlík (TOC) automatizovanými analyzátory	
SOP 04	Stanovení hmotnostní koncentrace jednotlivých organických sloučenin v odpadních plynech záchytem na sorbent	
SOP 05	Emise - stanovení hmotnostní koncentrace tuhých znečišťujících látek v emisích gravimetrickou metodou	x
SOP 06	Emise - stanovení hmotnostní koncentrace vybraných prvků v emisích	

Tabulka č. 14: Veličiny a značky

Značka	Veličina	Jednotka
CO	oxid uhelnatý	ppm mg/m ³
NO ₂	oxidy dusíku vyjádřené jako NO ₂	ppm mg/m ³
SO ₂	oxid siřičitý	ppm mg/m ³
NP	normální podmínky (273,15 K, 101325 Pa)	
O ₂	objemová koncentrace kyslíku	%
Q _{V NP}	objemový průtok nosného plynu za normálních stavových podmínek v suchém plynu	m ³ /h
Q _{V PM}	objemový průtok nosného plynu za provozních stavových podmínek	m ³ /h
OZ	odlučovací zařízení	-
HU	hnědé uhlí	-

Tabulka č. 15: Přehled norem

Číslo normy	Název normy	Rok vydání
ČSN ISO 9096	Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace a hmotnostního toku tuhých částic v potrubí - Manuální gravimetrická metoda	1998
ČSN EN 13284-1	Stacionární zdroje emisí - Stanovení nízkých hmotnostních koncentrací prachu - Manuální gravimetrická metoda	2002
ČSN ISO 10780	Stacionární zdroje emisí - Měření rychlosti v průtoku plynů v potrubí	1998
ČSN EN 14790	Stacionární zdroje emisí - Stanovení vodní páry v potrubí	2006
ČSN EN 15058	Stacionární zdroje emisí - Stanovení oxidu uhelnatého (CO) - Referenční metoda - Nedisperzní infračervená spektrometrie	2007
ČSN ISO 7935	Stacionární zdroje - Stanovení hmotnostní koncentrace emisí oxidu siřičitého - Charakteristiky automatických měřicích metod	1998
ČSN ISO 10849	Stacionární zdroje - Stanovení hmotnostní koncentrace emisí oxidů dusíku - Charakteristiky automatických měřicích metod	1998
ČSN EN 13526	Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace celkového plynného organického uhlíku v odpadních plynech z procesů aplikujících rozpouštědla - Kontinuální metoda využívající plamenového ionizačního detektoru	2002
ČSN EN 13649	Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace jednotlivých organických sloučenin - Metoda založená na použití aktivního uhlí a následné desorpci rozpouštědlem	2002
ČSN EN 14385	Kvalita ovzduší - Stacionární zdroje emisí - Stanovení celkových emisí As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl a V	2004
ČSN EN 13211	Kvalita ovzduší - Stacionární zdroje emisí - Manuální metoda stanovení celkové hmotnostní koncentrace rtuti	2002
ČSN ISO 10396	Stacionární zdroje emisí - Odběr vzorků pro automatizované stanovení hmotnostních koncentrací plyných složek	1998
ČSN EN 1911-1	Stacionární zdroje emisí - Manuální metoda stanovení HCl - Část 1: Vzorkování	1999
ČSN 83 4752-1	Ochrana ovzduší. Stanovení emisí fluoru ze stacionárních zdrojů. Všeobecná část	1989
ČSN 83 4752-2	Ochrana ovzduší. Stanovení emisí fluoru ze stacionárních zdrojů. Odběr vzorků pro manuální metody měření	1989
ČSN 83 4728-1	Ochrana ovzduší. Měření emisí amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší. Všeobecná část	1984
ČSN 83 4728-2	Ochrana ovzduší. Měření emisí amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší. Odběr vzorku pro manuální metody měření	1984
ČSN EN 1948-1	Stacionární zdroje emisí - Stanovení hmotnostní koncentrace PCDD/PCDF a dioxinům podobných PCB - Část 1: Vzorkování PCDD/PCDF	2006
ČSN EN 14789	Stacionární zdroje emisí - Stanovení kyslíku (O ₂) - Referenční metoda - Paramagnetická metoda	2006
ČSN EN 12619	Stacionární zdroje emisí - Stanovení nízkých hodnot hmotnostní koncentrace celkového plynného organického uhlíku ve spalínách - Kontinuální metoda využívající plamenového ionizačního detektoru	2000
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	2005
ČSN P CEN/TS 15675	Kvalita ovzduší - Měření emisí ze stacionárních zdrojů - Použití EN ISO/IEC 17025:2005 pro periodická měření emisí	2009

Použité výpočtové a převodové vztahy:

Přepočtový vztah z PM na NP:
$$f = \frac{P_{bar} + P_s}{101325} \cdot \frac{273,15}{273,15 + t_{sp}}$$

Objemový tok spalin za NP:
$$Q_{VSNP} = v_{NP} \cdot S \cdot 3600$$

Hmotnostní tok emisí v kg/hod:
$$M_{tX} = Q_{VSNP} \cdot C_x \cdot 10^{-6}$$

Výpočet rychlosti proudění plynu:
$$v_{NP} = K \cdot \sqrt{\frac{2p_d}{\rho_{PM}}}$$

K – konstanta Prandtlovy sondy

ρ_{PM} – hustota plynu za PM

p_d – diferenční tlak na Prandtlově trubici

6. Způsob měření**a) Volba odběrových míst**

Odběrové místo pro stanovení všech plynných emisí na tunelové peci bylo zvoleno na rovném úseku spalinovodu za dopalovacím zařízením fy Enetex Kia s.r.o. Brno.

Odběrová místa pro stanovení TZL, vlhkosti spalin a vzduchotechnických parametrů na tunelové peci byla zvolena ve stávajících odběrových místech přímo na komínu.

b) Stanovení emisí tuhých znečišťujících látek (TZL)

TZL byly izokineticky zachyceny na filtry ze skelných mikrovláken a po kondici na standardní obsah vlhkosti stanoveny gravimetrickou metodou dle SOP05

c) Stanovení koncentrací plynných emisních složek

Pro stanovení koncentrací plynných látek ve spalinách byl použit přenosný optický multikomponentní analyzátor plynů Sevomex a paramagnetický analyzátor kyslíku PMA 10. Měření bylo provedeno podle interního předpisu SOP 002.

d) Stanovení vybraných organických polutantů

Vybrané organické polutanty byly zachyceny na sorbent z aktivního materiálu a stanoveny v kooperující akreditované laboratoři dle SOP04.

e) Stanovení emisí celkového obsahu fluoru a chloru

Odběry vzorků pro stanovení celkového fluoru a chloru byly provedeny vedle otvoru pro stanovení TZL pomocí standartní odběrové aparatury, osazené otápěnou sondou fy Chemoprojekt Satalice, dále 2 ks fritových absorbérů v chladicí lázni, jehlovým PTFE ventilem pro regulaci

průtoku plynu, membránovým čerpadlem M-401 v nekorozivním provedení a přesným mokroběžným plynoměrem PL 0.1. Vzdálenost mezi vyústěním sondy a prvním absorbérům byla pouze 20 cm, propojovací trubice z PTFE byla navíc vyspádována směrem k absorbérům a tepelně izolována.

Do dvou sériově zapojených absorbérů bylo odměřeno pomocí automatického dávkovače Kavalier celkem 100 - 120 ml absorpčního roztoku. Po ukončení expozice roztoku byl obsah absorbérů přelit do vzorkovnic o objemu 100 ml, které byly ihned odneseny do chladničky.

Principem metody stanovení sloučenin fluoru je stanovení metodou přímé potenciometrie s ISE po předchozí destilaci s vodní parou a přidání koncentrované kyseliny sírové. Veškeré laboratorní práce na stanovení celkového fluoru a chloru byly smluvně zajištěny u nezávislé laboratoře ALS laboratory Group a.s. Divize laboratoř Stráž pod Ralskem formou subdodávky.

f) Měření emisí HCHO fotometrickou metodou

Odběry vzorků pro stanovení formaldehydu byly provedeny pomocí standartní odběrové aparatury, skládající se z dále 2 ks fritových absorbérů v chladicí lázni, jehlovým PTFE ventilem pro regulaci průtoku plynu, membránovým čerpadlem M-401 v nekorozivním provedení a přesným mokroběžným plynoměrem PL 0.1.

Do dvou sériově zapojených absorbérů bylo odměřeno pomocí automatického dávkovače Kavalier celkem 123 - 132 ml absorpčního roztoku. Po ukončení expozice roztoku byl obsah absorbérů přelit do označených vzorkovnic o objemu 100 ml, které byly ihned odneseny do chladničky.

Princip stanovení: Formaldehyd dává s kyselinou chromotropovou v kyselém prostředí fialové zbarvení, jehož intenzita je úměrná množství formaldehydu.

g) Stanovení objemových průtoků spalin přístrojem THERM 2295

Rychlost vzdušiny v proměřovaných bodech měřicího profilu byla zjišťována Prandtlou trubicí typu S ve spojení s jednotkou Almemo. Atmosferický tlak byl zjištěn barometrem GREISINGER GPB 3300.

Při měření emisí byly použity následující rozsahy analyzátorů:

CO.....0 – 1000 ppm

NO_x.....0 - 1000 ppm

SO₂.....0 - 1000 ppm

TOC.....0- 1000 mg/m³

O₂.....0 – 21 obj. %

Tento protokol je možné zveřejňovat pouze celý a jen s výslovným souhlasem zhotovitele a objednatele měření. Data v něm uvedená se vztahují jen k hodnocenému subjektu, nenahrazují žádné dokumenty např. správního charakteru a jsou výlučným vlastnictvím objednatele měření.

7. Emisní limity

Tabulka č. 16:		Porovnání s emisními limity		
Zdroj emisí	tunelová pec			
Měřeno dne	2.9.2010			
Palivo	ZP			
Znečišťující látka	TZL			
Emisní limit	150 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek			
Koncentrace přepočtené - vyjádřeny ve vlhkém plynu za normálních podmínek				
Jednotlivá měření	[mg/m ³]	6,3	6,9	6,1
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	6,4		

Tabulka č. 17:		Porovnání s emisními limity												
Zdroj emisí	tunelová pec													
Měřeno dne	2.9.2010													
Palivo	ZP													
Znečišťující látka	SO ₂													
Emisní limit	2500 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek													
Koncentrace naměřené														
Třicetiminutové střední hodnoty	[mg/m ³]	25	26	18	19	21	20	25	19	20	20	24	20	
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	21												

Tabulka č. 18:		Porovnání s emisními limity												
Zdroj emisí	tunelová pec													
Měřeno dne	2.9.2010													
Palivo	ZP													
Znečišťující látka	NO _x													
Emisní limit	500 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek													
Koncentrace naměřené														
Třicetiminutové střední hodnoty	[mg/m ³]	243	255	270	270	268	262	255	240	248	255	253	253	
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	256												

Tabulka č. 19:		Porovnání s emisními limity												
Zdroj emisí		tunelová pec												
Měřeno dne		2.9.2010												
Palivo		ZP												
Znečišťující látka		CO												
Emisní limit		800 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek												
Koncentrace naměřené														
Třicetiminutové střední hodnoty	[mg/m ³]	120	150	168	159	161	161	158	155	164	161	154	146	
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	155												

Tabulka č. 20:		Porovnání s emisními limity												
Zdroj emisí		tunelová pec												
Měřeno dne		2.9.2010												
Palivo		ZP												
Znečišťující látka		TOC												
Emisní limit		50 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek												
Koncentrace naměřené														
Třicetiminutové střední hodnoty	[mg/m ³]	6,3	8,5	9,0	9,9	10,9	11,2	11,5	10,6	11,1	11,1	9,1	7,3	
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	9,7												

Tabulka č. 21:		Porovnání s emisními limity				
Zdroj emisí		tunelová pec				
Měřeno dne		2.9.2010				
Palivo		ZP				
Znečišťující látka		F				
Emisní limit		10 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek při hmotnostním toku vyšším než 0,1 kg/hod				
Koncentrace přepočtené - vyjádřeny ve vlhkém plynu za normálních podmínek						
Jednotlivá měření	[mg/m ³]	0,9		0,7		0,4
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	0,7				

Tabulka č. 22:		Porovnání s emisními limity		
Zdroj emisí		tunelová pec		
Měřeno dne		2.9.2010		
Palivo		ZP		
Znečišťující látka		Cl		
Emisní limit		50 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek při hmotnostním toku vyšším než 0,5 kg/hod		
Koncentrace přepočtené - vyjádřeny ve vlhkém plynu za normálních podmínek				
Jednotlivá měření	[mg/m ³]	3,9	5,2	3,7
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	4,3		

Tabulka č. 23:		Porovnání s emisními limity		
Zdroj emisí		tunelová pec		
Měřeno dne		2.9.2010		
Palivo		ZP		
Znečišťující látka		HCHO		
Emisní limit		20 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek při hmotnostním toku vyšším než 0,1 kg/hod		
Koncentrace přepočtené - vyjádřeny ve vlhkém plynu za normálních podmínek				
Jednotlivá měření	[mg/m ³]	4,4	3,4	3,2
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	3,7		

Tabulka č. 24:		Porovnání s emisními limity		
Zdroj emisí		tunelová pec		
Měřeno dne		2.9.2010		
Palivo		ZP		
Znečišťující látka		Benzen		
Emisní limit		5 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek při hmotnostním toku vyšším než 0,05 kg/hod		
Koncentrace přepočtené - vyjádřeny ve vlhkém plynu za normálních podmínek				
Jednotlivá měření	[mg/m ³]	1,35	1,55	1,51
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	1,47		

Tabulka č. 25:		Porovnání s emisními limity		
Zdroj emisí		tunelová pec		
Měřeno dne		2.9.2010		
Palivo		ZP		
Znečišťující látka		Toluen + suma xylenů + etylbenzen + styren		
Emisní limit		100 [mg/m ³]; ve vlhkém plynu za normálních podmínek při hmotnostním toku vyšším než 2,0 kg/hod		
Koncentrace přepočtené - vyjádřeny ve vlhkém plynu za normálních podmínek				
Jednotlivá měření	[mg/m ³]	3,89	6,18	5,89
Průměrná hodnota	[mg/m ³]	5,32		