

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Ing. Erika Zikmundová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

Snížení emisí oxidu uhličitého instalací stanice regenerace uhličitanu vápenatého, a s tím související snížení spotřeby vápence, koksu a vody v cukrovaru

Reduction of emission carbon dioxide by installation a regenerative unit of calcium carbonate, following reduction of consumption calcite, coke and water using in a sugar factory as a consequence

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Bakalant: Ing. Erika Zikmundová

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ing. Erika Zikmundová

Územní technická a správní služba

Název práce

Snížení emisí oxidu uhličitého instalací stanice regenerace uhličitanu vápenatého, a s tím související snížení spotřeby vápence, koksu a vody v cukrovaru

Název anglicky

Reduction of emission carbon dioxide by installation a regenerative unit of calcium carbonate, fallowing reduction of consumption calcite, coke and water using in a sugar factory as a consequence

Cíle práce

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koksu na t zpracované cukrové řepy v cukrovaru v případě instalace stanice regenerace uhličitanu vápenatého. Metoda regenerace uhličitanu vápenatého je českým vynálezem č. 277494.

Metodika

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koksu na t zpracované cukrové řepy v cukrovaru Litovelská cukrovarna a.s. v kampani 2015 v případě instalace stanice regenerace uhličitanu vápenatého.

Doporučený rozsah práce

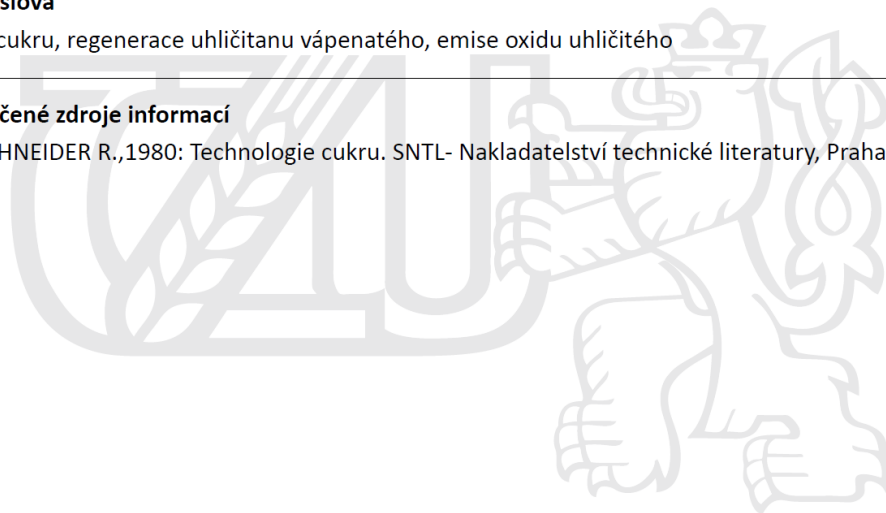
40 stran

Klíčová slova

výroba cukru, regenerace uhličitanu vápenatého, emise oxidu uhličitého

Doporučené zdroje informací

BRETSCHNEIDER R.,1980: Technologie cukru. SNTL- Nakladatelství technické literatury, Praha.



Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce. Další informace mi poskytl pan Ing. Dalibor Moc, a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 24. 04. 2018

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce Doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za odbornou pomoc při zpracování této práce.

Dále bych poděkovala Ing. Daliboru Mocovi a Ing. Petru Kotingovi za poskytnuté materiály a informace pro zpracování tématu.

V Praze 24. 04. 2018

.....

Abstrakt:

1. Cíle práce a způsob dosažení cílů

Cílem bakalářské práce je výpočet možné úspory v množství emisí oxidu uhličitého, vápence a koksu vztažené na t zpracované cukrové řepy v případě instalace stanice regenerace uhličitanu vápenatého. Pro výpočet budou použita provozní data z cukrovaru Litovelská cukrovarna a.s. z kampaní 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, která budou doplněna o teoretické výsledky, kterých by bylo možné dosáhnout instalací stanice regenerace uhličitanu vápenatého. Dále budou zpracovány výsledky cukrovarnických kampaní 2012 - 2016 v České republice (ČR). Zpráva je každoročně zpracována VÚC Praha a.s. a zveřejňována v Listech Cukrovarnických a Řepařských.

Pro ověření funkce jednotky regenerace uhličitanu vápenatého budou zpracovány provozní údaje ze zkušebního provozu v kampani 2017-2018 v Litovelské cukrovarně a.s.

Metoda regenerace uhličitanu vápenatého je českým vynálezem č. 277494. Spoluautor vynálezu Ing. Dalibor Moc poskytl pro výpočet úspory odbornou pomoc.

2. Metodika

Bakalářskou práci lze metodicky rozdělit na do tří částí. V první části je popsána výroba cukru v surovně, složení cukrové řepy, cukrovarnické veličiny, základní procesy zpracování cukrové řepy. Podrobně se věnuje popisu procesu epurace extrahované surové šťávy. Základním chemickým reakcím během epurace. Součástí procesu epurace je přídavek vápenného mléka a saturačního plynu. V první část je stručně popsána výroba vápna, vápenného mléka a saturačního plynu ve vápence včetně základní chemické reakce.

Druhá část bakalářské práce shrnuje dosavadní fyzikální a chemické informace o procesu regenerace uhličitanu vápenatého. Technické řešení realizované jednotky regenerace uhličitanu vápenatého a její umístění v technologii epurační linky.

Třetí část bakalářské práce zpracovává provozní hodnoty, předané Litovelskou cukrovarnou a.s. a ukazatele kampaňových hodnot převzatých ze Zprávy o cukrovarnické kampani v České republice zveřejňovaných v Cukrovarnických a Řepařských Listech, a vypočítává úsporu množství emisí oxidu uhličitého, vápence a koksu.

klíčová slova: výroba cukru, regenerace uhličitanu vápenatého, emise oxidu uhličitého

Abstract:

1. Thesis objectives and method for achieving the objectives

The objective of the Bachelor's thesis is to calculate possible savings in carbon dioxide emissions, limestone and coke related to tons of processed sugar beet in case that a calcium carbonate regeneration station is installed. The operation data from the 2012, 2013, 2014, 2015, and 2016 campaigns of Litovelská cukrovarna a.s., a sugar factory, will be used for calculations and supplemented with theoretical results that would be possible to achieve by installing a calcium carbonate regeneration station. Also the results of the 2012-2016 sugar-making campaigns in the Czech Republic (CZ) will be processed. The report is annually made by VÚC Praha a.s. and published in *Listy cukrovarnické a řepářské* (Czech *Sugar and Sugar Beet Journal*).

To verify the function of the calcium carbonate regeneration station, the trial run operation data from the 2017-2018 campaign in Litovelská cukrovarna a.s. will be processed

The calcium carbonate regeneration method is Czech invention No. 277494. Ing. Dalibor Moc, the co-author of the invention, provided expert assistance for calculating the savings.

2. Methodology

The Bachelor's thesis can be methodologically divided into three parts. The first part describes sugar production in a raw sugar factory, sugar beet composition, sugar-making quantities, and basic sugar beet processing processes. It describes in detail the extracted raw juice purification process. The basic chemical reactions during purification. The purification process includes adding whitewash and carbonation gas. The first part describes briefly the production of lime, whitewash and carbonation gas in lime works, including the basic chemical reaction.

The second part of the Bachelor's thesis summarizes the existing physical and chemical information about the calcium carbonate regeneration process. The engineering solution to the realized calcium carbonate regeneration unit and its location in the purification line technology.

The third part of the Bachelor's thesis processes the operation values handed over by Litovelská cukrovarna a.s. and the campaign value indicators taken over from the Report on the sugar-making campaign in the Czech Republic published in *Listy cukrovarnické a řepářské* and calculates the carbon dioxide emissions, limestone and coke savings.

Key words: sugar production, calcium carbonate regeneration, carbon dioxide emissions

Obsah

1. Cíle práce a způsob dosažení cílů	7
2. Metodika.....	7
3. Úvod.....	1
3.1. Vývoj cukrovarnictví v ČR.....	1
3.2. Surovárna schéma	1
4. Výroba těžké cukerné šťávy z cukrové řepy v surovarně	1
4.1. Popis technologických kroků výroby těžké cukerné šťávy.....	1
4.2. Blokové schéma technologických kroků surovarny	2
4.3. Produkty surovarny.....	3
5. Cukrová řepa jako základní surovina pro výrobu cukru v ČR	4
5.1. Složení bulvy cukrové řepy	4
5.2. Základní analytické veličiny cukrové řepy	4
5.3. Technologická jakost cukrové řepy	4
6. Proces epurace	5
6.1. Historie čištění surové cukerní šťávy	5
6.2. Obecně.....	5
6.3. Procesy čištění difuzní šťávy	6
6.4. Bilanční schéma CaCO_3 v procesu epurace.....	7
6.5. Schéma procesů při epuraci surové cukerní šťávy	7
6.6. Chemické a fyzikální procesy technologických operací epurace.....	8
6.7. Změny cukerní šťávy v průběhu epurace.....	12
7. Výroba saturačního plynu a vápenného mléka	12
7.1. Vápenka	12
7.2. Saturační plyn.....	13
7.3. Vápenné mléko.....	13
8. Regenerace uhličitanu vápenatého.....	13
8.1. Proč regenerace	13
8.2. Popis regenerace	14
8.3. Regenerace fyzikálně	14
8.4. Základní princip regenerace uhličitanu vápenatého	15
8.5. Bilanční schéma jednotky regenerace uhličitanu vápenatého	16
8.6. Popis použitých výpočtů	17
8.6.1. Výpočet množství vápna	17
8.6.2. Výpočet produkce CO_2 z CaCO_3	17
8.6.3. Výpočet produkce CO_2 ze spalování koku	17

8.7.	Popis jednotlivých položek zpracovaných tabulek.....	18
8.8.	Zpracování Provozních dat Litovelské cukrovarny a.s.	21
8.9.	Výpočet úspory v Litovelské cukrovarně a.s.	21
9.	Zpracované výsledky cukrovarnických kampaní 2016 - 2017 v ČR.....	22
9.1.	Roční kampaňové výsledky cukrovarnické kampaně ČR.....	22
9.2.	Výpočet úspory v cukrovarech České republiky.....	25
10.	Zkušební provoz jednotky regenerace v Litovelské cukrovarně a.s.....	25
11.	Vyhodnocení zpracovaných údajů	26
11.1	Vyhodnocení Litovelská cukrovarna a.s. 2012 – 2016.....	26
11.2	Vyhodnocení cukrovarnických kampaní 2012 – 2016 v ČR	27
11.3	Vyhodnocení zkušebního provozu regenerace 2017 – 2018	27
12.	Diskuse.....	28
13.	Závěr	30
	Přehled literatury a použitých zdrojů	32
	Seznam příloh	33
	Seznam obrázků.....	33
	Seznam tabulek.....	33

3. Úvod

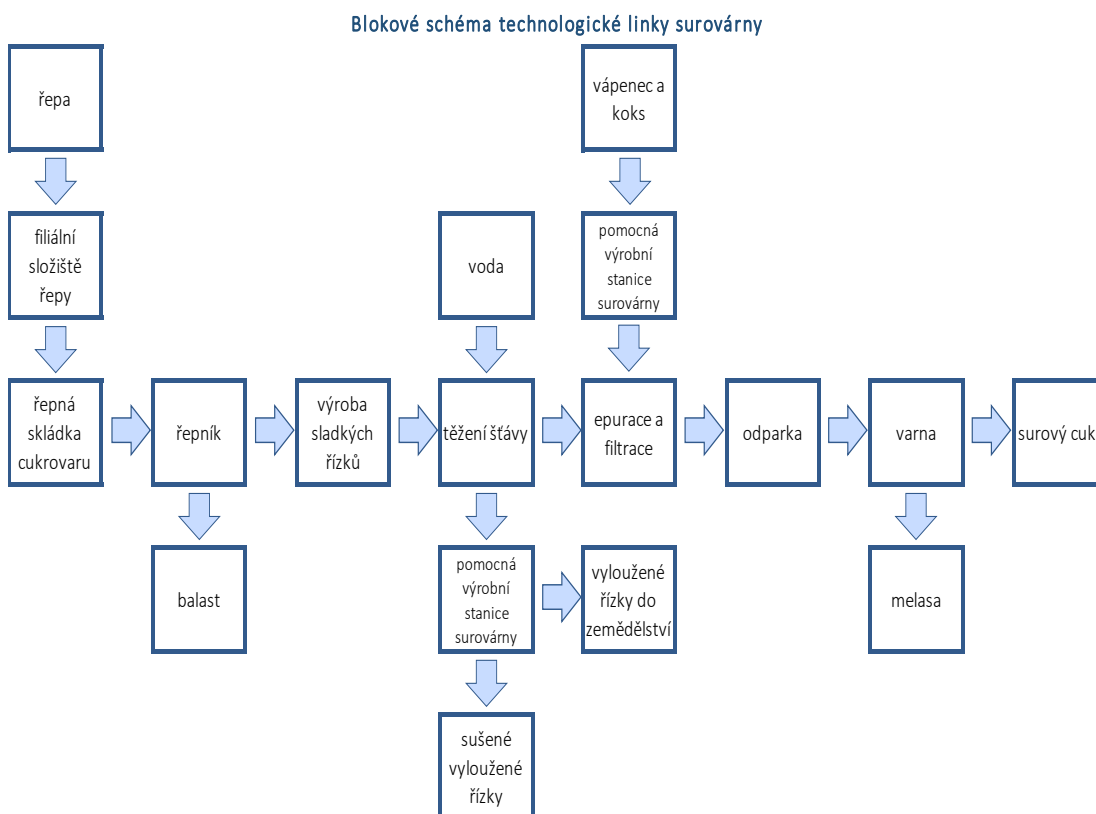
3.1. Vývoj cukrovarnictví v ČR

Skutečným průmyslem se cukrovarnictví stává až po roce 1850, kdy došlo k rychlému rozvoji technologických postupů. Významné místo zde zaujímali i čeští cukrovarníci. Dnešní výroba cukru se skládá ze stejných technologických kroků jako na jejím počátku v 19. století. Praní řepy, těžení šťávy, čištění šťávy, odpařování, svařování, separace krystalů, sušení, skladování.

Vývoj je dán technickými možnostmi nových technologií. Zásadním skokem byl po 2. světové válce vynález kontinuálních extraktorů s kapacitou (10-20 tis. t/ den) a navazující zahájení kontinuálního zpracování řepy během celého technologického procesu. Tento postup se využívá v nezměněné formě dosud.

3.2. Surovárna schéma

Surovárna zpracovává cukrovou řepu pouze na surový cukr a melasu.



Obrázek 1 Blokové schéma surovárny

4. Výroba těžké cukerné šťávy z cukrové řepy v surovarně

4.1. Popis technologických kroků výroby těžké cukerné šťávy

Princip zpracování cukrové řepy na surovou šťávu spočívá v řadě za sebou navazujících procesů.

Pomocí mechanických a hydraulických operací se kořen cukrovky zbaví nečistot, rostlinných a minerálních příměsí. Vypraná řepa se rozřeže na tenké proužky, tzv. sladké řízky, a ty se extrahují vodou.

Extrakce je získávání surové cukerní šťávy z řepných buněk do vyluhovací vody v extraktoru. Jedná se částečně o volnou extrakci, částečně o difúzi látek řepné šťávy buněčnou stěnou. Získaný extrakt - surová cukerní šťáva - obsahuje vedle žádané sacharózy i řadu dalších složek o různé velikosti částic.

Dalším technologickým krokem je čištění surové cukerní šťávy tzv. epurace. Epurace je souborem operací vedoucích k odstranění nežádoucích složek ze surové cukerní šťávy pomocí vápenného mléka a oxidu uhličitého. Skládá se z čeření, saturace a filtrace.

Čeření je chemickým způsobem čištění surové cukerní šťávy. Přimícháním vápna, vápenatých a hydroxylových iontů, v čeřiči do cukerní šťávy. Zde dochází k postupnému vysrážení koloidně dispergovaných látek do vápenaté sraženiny.

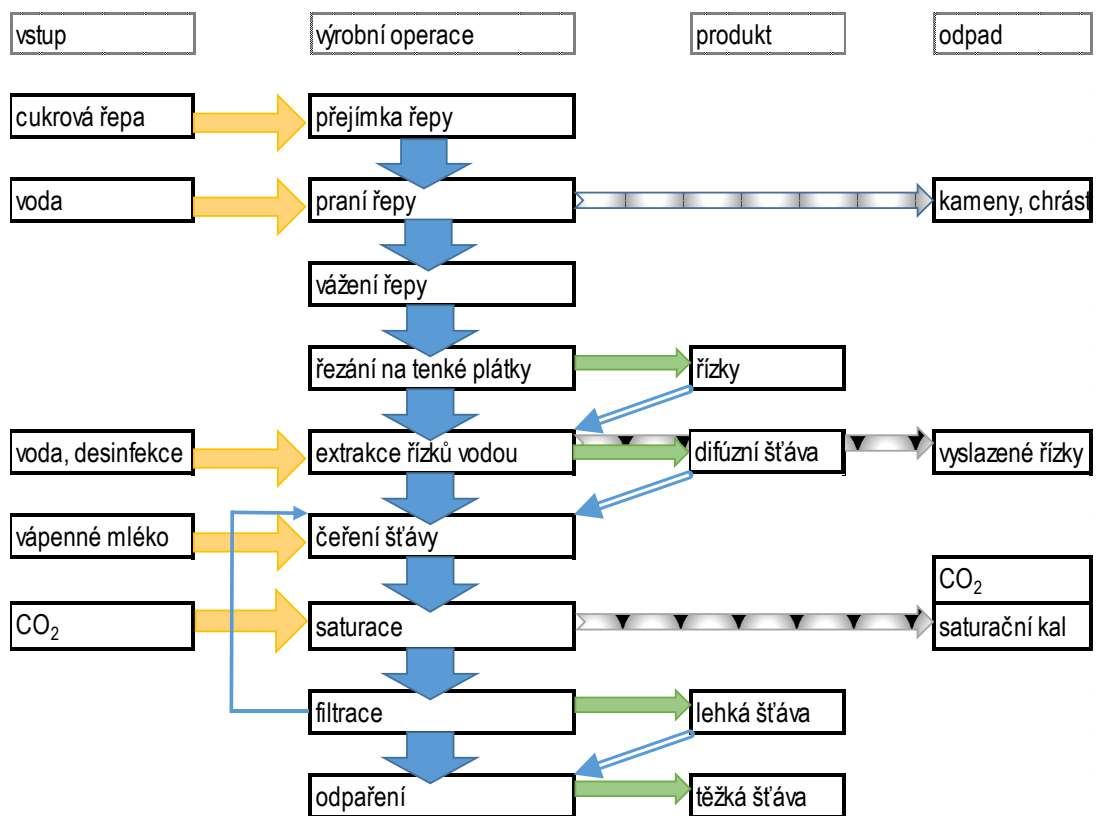
Saturace je chemicko- fyzikální čištění zčeřené šťávy v saturačních nádobách. Přebytek vápna ze zčeřené šťávy se odstraňuje saturací oxidem uhličitým za tvorby sraženiny uhličitanu vápenatého, která slouží jako dobrý adsorpční a filtrační prostředek.

Filtrace probíhá v dekantérech nebo zahušťovacích filtrech. Vysrážený uhličitan vápenatý se během technologického kroku filtrace odseparuje v několika stupních filtrováním saturované šťávy s výstupním cukrovarnickým produktem lehkou šťávou a odpadním produktem saturační kal.

Lehká šťáva se v posledním technologickém kroku zahušťuje odpařováním vody v několikanásobné odparce. Výsledným cukrovarnickým produktem je těžká šťáva.

4.2. Blokové schéma technologických kroků surovarny

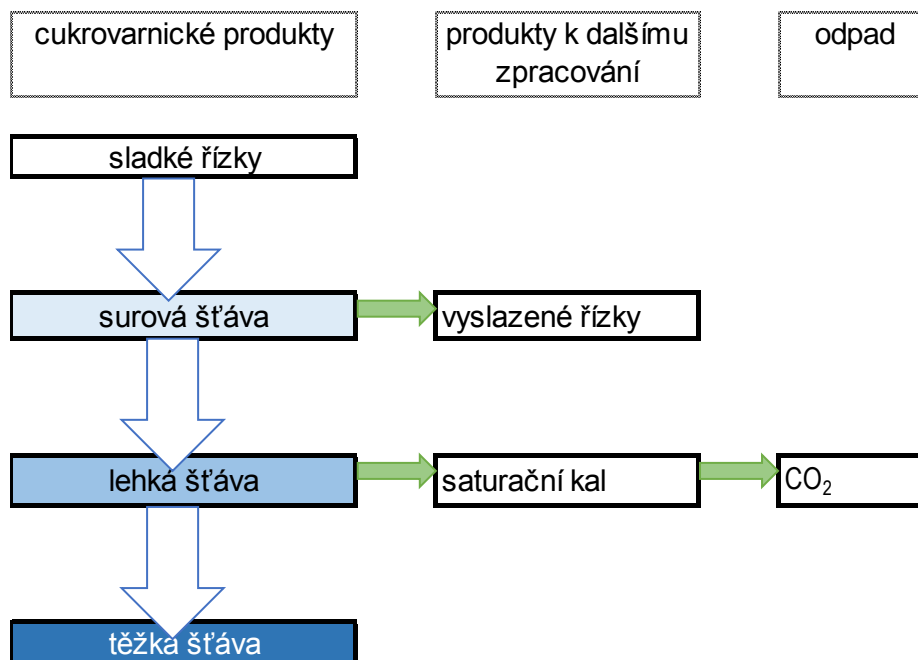
Blokové schéma výroby surovárny



Obrázek 2 Blokové schéma výroby surovárny

4.3. Produkty surovárny

Produkty a využitelné odpady surovárny



Obrázek 3 Produkty a odpady surovárny

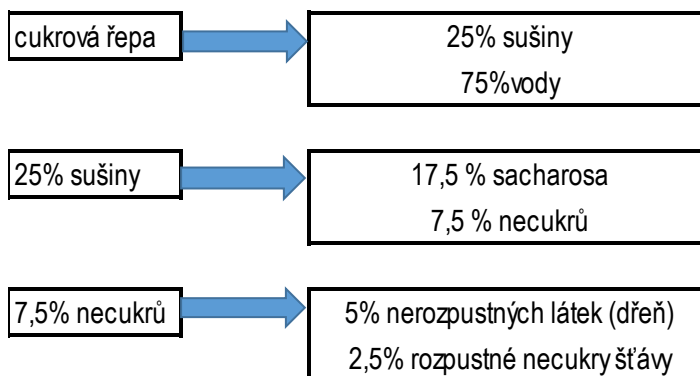
5. Cukrová řepa jako základní surovina pro výrobu cukru v ČR

Cukrová řepa (*Beta vulgaris*) jako významná kulturní rostlina vytváří sacharózu, a je vstupní surovinou pro cukrovarnický průmysl.

5.1. Složení bulvy cukrové řepy

Cukrová řepa obsahuje cukr, dřevň, necukry šťávy a vodu. Složení řepy lze sestavit do schématu.

Složení bulvy cukrové řepy



Obrázek 4 Složení bulvy cukrové řepy

5.2. Základní analytické veličiny cukrové řepy

Speciální cukrovarnické veličiny				
Veličina	Symbol	Jednotka	Vztahy	Popis
Sacharizace	S	(% hm.)		obsah sušiny
Polarizace	P	(% hm.)		obsah sacharosy (cukru), cukernatost, digesce
Čistota (kvocient čistoty)	Q	(% hm.)	$Q = 100 * P / S$	obsah sacharosy v sušině
Obsah necukrů	N	(% hm.)	$N = S - P$	rozdíl mezi sacharizací a polarizací
Obsah popela	A	(% hm.)		anorganické necukry
Obsah organických necukrů	ON	(% hm.)	$ON = N - A$	organické necukry

Obrázek 5 Speciální cukrovarnické veličiny

Vyjadřujeme-li v cukrovarnictví výsledek procenty, rozumějí se vždy hmotnostní procenta. Je proto zcela srozumitelný zápis jednotky % n. ř. (% na hmotnost řepy).

(3)

5.3. Technologická jakost cukrové řepy

Technologická jakost cukrovky se utváří při pěstování, kde ji ovlivňují klimatické podmínky, kvalita půdy, osiva, atd. Na technologickou jakost cukrovky má rovněž vliv kvalita a způsob sklizně, doprava a skladování. Při skladování cukrovky

ovlivňuje její technologickou jakost v posklizňovém období vedle klimatických podmínek též chemická ochrana a větrání.

Technologická jakost cukrovky je komplexem mnoha vlastností cukrové řepy. Zpracovatelnost cukrové řepy ovlivňuje chemické složení, biologické, fyzikálně chemické i mechanické vlastnosti. Je to vztah mezi obsahem sacharózy (cukernatostí) a melasotvornými látkami (soli sodíku, draslíku).

(2)

6. Proces epurace

6.1. Historie čištění surové cukerní šťávy

Vzhledem k tomu, že přímé získání cukru ze surové šťávy odparem je technicky velmi obtížné, neboť surová cukerní šťáva silně pění, podrobuje se surová šťáva čištění - epuraci. Obecně se ustálil postup čištění surové cukerní šťávy pomocí vápenného mléka a oxidu uhličitého.

Čištění surové cukerní šťávy probíhá na základě chemicko – fyzikálního principu, čerění a saturace, kdy se pomocí přídatku vápna CaO , resp. vápenného mléka Ca(OH)_2 , a oxidu uhličitého CO_2 odstraňují nežádoucí látky tzv. necukry, obsažené v surové cukerní šťávě po extrakci.

Tuto metodu vypracovali a zrealizovali v Čechách už v roce 1863 podnikatelé a vynálezci Hugo Jelínek a Bedřich Frey. Jejich vynález se rychle uplatnil a rozšířil v cukrovarech na celém světě.

6.2. Obecně

Surová cukerní šťáva, která opouští extraktor, má sacharizaci $S = 15 - 21 \%$, čistotu $Q = 85-93 \%$ a slabě kyselou reakci $\text{pH } 6,0-6,3$. Vedle sacharózy obsahuje řadu dalších rozpuštěných látek, necukrů, jejich hlavní část (asi 80%) tvoří koloidně dispergované látky.

- Bílkoviny
- Pektinové látky
- Saponiny
- Barevné a ostatní látky

„Hlavním úkolem čištění šťáv je co nevíce zbavit difuzní šťávu necukrů, aby výtěžnost cukru byla co nejvyšší a aby nebyly vážné potíže při odpařování a krystalizaci šťáv. Tento čistící pochod se nazývá epurace a je to souhrn operací čištění difuzní šťávy, skládající se z předčerění a dočerění (čerění- defekace), I. a II.

saturace a vyvářky s příslušnými mechanickými filtracemi. K čištění šťáv se používá vápno a oxid uhličitý.

Hlavním cílem epurace difuzní šťávy je:

- a) neutralizovat difuzní šťávu
- b) odstranit co největší podíl necukrů z roztoku
- c) zbavit difuzní šťávu všech suspendovaných látek.

Epurace šťáv je důležitým úsekem cukrovarnické technologie, neboť významně ovlivňuje hospodárnost výroby cukru. Proto po celou dobu, co existuje výroba cukru z cukrové řepy, je pozornost zaměřena na hledání optimálního způsobu čištění šťáv. Přestože bylo na tomto úseku dosaženo značného pokroku, nelze dnešní stav považovat za konečný. Celé skupiny necukrů vyjadřujeme zatím jen souhrnně v hmotnostních procentech. Složení základní cukrovarnické suroviny – cukrové řepy se mění nejen v jednotlivých kampaních, ale i v průběhu kampaně. Provozní pokusy jsou omezeny pouze na krátkou výrobní sezonu.“

(1)

6.3. Procesy čištění difuzní šťávy

Epurace surové cukerní šťávy se provádí vápnem a oxidem uhličitým. Je tomu tak pro specifické účinky vápenatých iontů v alkalickém prostředí, ale i proto, že se s CaO a CO₂ snadno pracuje. Epurace pomocí vápenného mléka a oxidu uhličitého se ukázala jako nejlevnější. Zpracování vápence je v cukrovarech zvládnutým technologickým postupem. Každý cukrovar má svoji vápenku pro výrobu vápna a saturačních plynů. Přídavek vápna a oxidu uhličitého v rámci procesu čištění surové cukrové šťávy je technologicky nejjednodušší, nejefektivnější a nejlevnější.

V jednotlivých fázích procesu epurace surových cukerních šťáv je vápno ve formě vápenného mléka Ca(OH)₂, tedy vápna hašeného ve vodě, postupně přimícháváno do surové cukerní šťávy. Ve fázi saturace je následně převedeno působením oxidu uhličitého CO₂ na krystalický uhličitán vápenatý CaCO₃, který se osvědčil jako vhodný adsorbční a filtrační prostředek.

Hlavním cílem procesu čištění surové šťávy:

- 1) odstranit maximální podíl necukrů (30 - 40 %)
- 2) neutralizovat kyselou reakci surové šťávy
- 3) minimalizovat rozklad sacharózy
- 4) dezinfikovat šťávu
- 5) odstranit částice pevných látek

- 6) získat šťávy s vysokou tepelnou odolností (malá změna barvy a nízký pokles pH při odpařování)

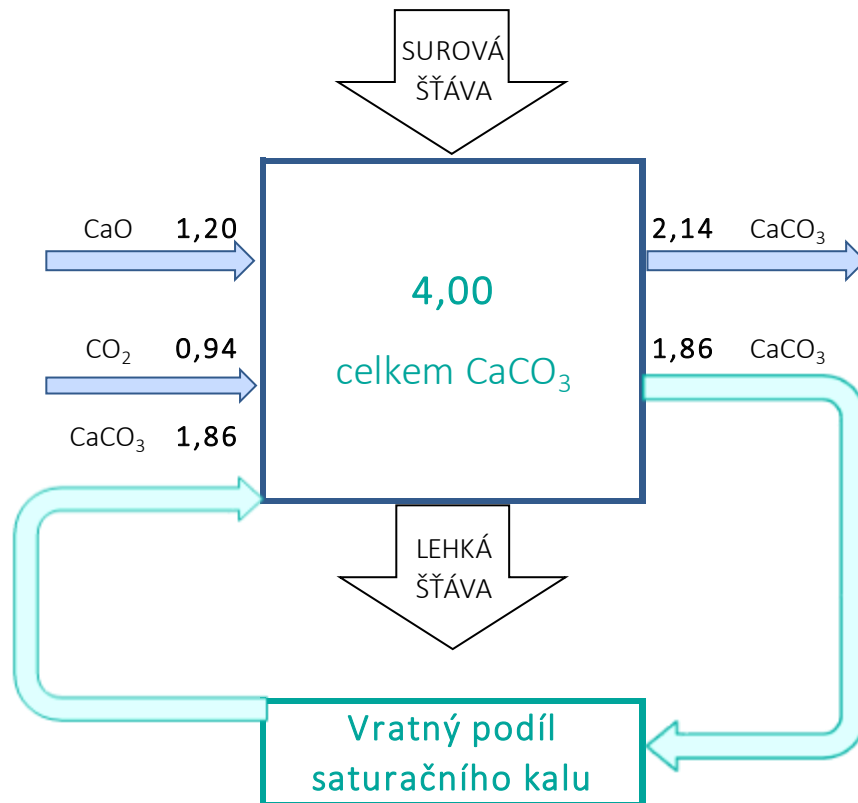
V epuračním procesu se používá:

- vápenné mléko (suspenze $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a CaO ve vodě)
- saturační plyn (obsahující 30 % obj. CO_2)

6.4. Bilanční schéma CaCO_3 v procesu epurace

Bilanční schéma uhličitanu vápenatého (CaCO_3) v epuraci cukrovaru

(hodnoty jsou vyjádřeny v % na zpracovanou řepu (% n.ř.))



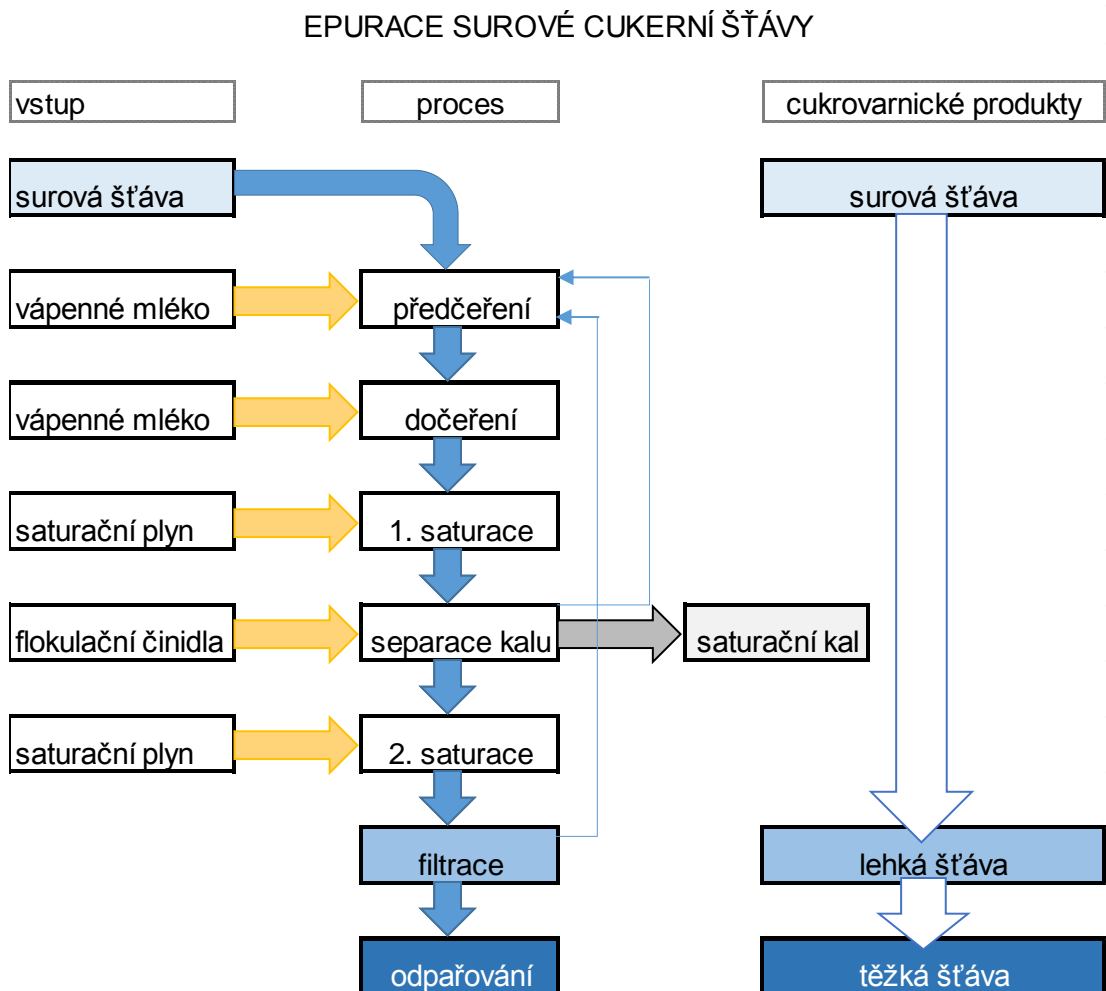
Obrázek 6 Bilanční schéma CaCO_3 v procesu epurace

6.5. Schéma procesů při epuraci surové cukerní šťávy

Proces epurace se současnosti dělí na následující technologické úseky:

- předčeření
- dočeření
- 1. saturace
- separace kalu

- 2. saturace
- filtrace
- úprava lehké šťávy
- odpařování



Obrázek 7 Epurace surové cukerní šťávy

6.6. Chemické a fyzikální procesy technologických operací epurace

Proces čerání surové cukerní šťávy probíhá ve dvou stupních předčeření a dočeření. Celkový přírůstek CaO ve formě vápenného mléka 1,0 až 1,6 % na řepu. Přidané vápenné mléko působí při čerání:

- jako činidlo vnášející ionty Ca²⁺⁺
- jako zásada svými ionty OH⁻
- jako koloidní disperze

Předčeření

Proces předčeření ve velké míře ovlivňuje celý proces čištění šťáv. Nejdůležitějším úkolem předčeření je co nejúplnější vysrážení koloidně dispergovaných látek (bílkovin, pektinových a barevných látek) ve formě snadno sedimentující a filtrující sraženiny.

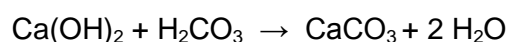
Přídavek vápna na předčeření je malé množství CaO v rozmezí 0,25 – 0,40 % n. ř. Nejlepších výsledků je dosahováno při progresivním předčeření, které do cukrovarnictví zavedli Vašátka a Dědek. Při postupné alkalizaci surové šťávy vápenným mlékem dochází ke koagulaci bílkovin a vzniká hrubozrnná sraženina, která je základem pro dobře filtrovatelný kal. pH se postupně zvyšuje až k hodnotě pH 10,8- 11,2. Doba zdržení šťávy v předčeřiči závisí na teplotě. U studeného způsobu při 30 °C je to 25 min., u poloteplého způsobu při 50-60 °C 10-15 min., u horkého způsobu při 85 °C pak 5-7 min.

Dočeření

Po vysrážení koloidně dispergovaných látek i necukrů, k němuž dojde při předčeření, následuje dočeření s větším přídatkem vápna. Při pH 12,5 a teplotě nad 85 °C dochází k reakcím, při nichž se rozkládají především amidy aminokyselin, invertní cukr a oxalogené látky. Tyto rozkladné reakce vyžadují určitou dobu, aby proběhly co nejúplněji a získaly se šťávy termostabilní, jejichž jakost se působením tepla již dále nezhoršuje. Přídavek vápna na dočeření je 1,0 – 1,6 % CaO n. ř., teplota 85- 90 °C, doba 10-15 min. Z hlediska získání světlých šťáv je výhodnější vhnět do šťávy během čeření vzduch.

1. saturace

1. saturace je doplňkovým fyzikálně chemickým čištěním. Jejím hlavním cílem je vysrážet krystalický uhličitán vápenatý, na jehož povrchu se pak adsorbují barevné látky, povrchově aktivní látky a další necukry. Krystalický uhličitán vápenatý rovněž urychluje filtraci šťávy. Základní srážecí reakcí je reakce mezi hydroxidem vápenatým a kyselinou uhličitou



Při saturaci se do sraženiny dále strhuje volné vápno a dochází ke vzniku sacharátů a cukrokarbonátů. Cukrokarbonáty jsou komplexní sloučeniny obsahující sacharózu, vápno a uhličitán vápenatý a tvoří objemovou sraženinu, která se v konečné fázi saturace rozkládá, a vznikají kladně nabitě částice CaCO_3 , které působí jako účinný adsorbent během saturace

Vedle základní chemické reakce mezi hydroxidem vápenatým a kyselinou uhličitou probíhají při saturaci další fyzikálně chemické procesy,

- rozpouštění plynného CO_2 v kapalně fázi, absorpce CO_2
- rozpouštění tuhého $\text{Ca(OH)}_2 = \text{Ca}^{++} + 2(\text{OH})^-$
- krystalizace CaCO_3 .

Pro správný průběh saturace je nutné zajistit dokonalé promíchání kapalně a plynné fáze, a co nejvyšší využití CO_2 . Rychlost absorpce CO_2 je přímo úměrná koncentračnímu spádu koncentrací CO_2 v plynné a kapalně fázi a měrné ploše mezifázového rozhraní, což je součet povrchových ploch bublin saturačního plynu přiváděného do roztoku. Probíhá při teplotě 80-82 °C. Řízení alkality šťávy v průběhu 1. saturace zajišťují provozní pH metry. Alkalita šťávy po 1. saturaci dosahuje 0,08- 0,10 g CaO /100 ml šťávy, tomu odpovídá pH 10,8 – 11,2.

Separace kalu po 1. saturaci

Oddělování kalu ze šťávy po 1. saturaci se provádí sedimentací a filtrací. Rozeznáváme dva způsoby práce,

- dvoustupňová filtrace – kal se nejprve zahušťuje v dekantérech nebo zahušťovacích filtrech, zahuštěný kal se pak filtruje na membránových komorových filtrech, mechanizovaných lisech nebo vakuových rotačních filtrech,
- jednostupňová filtrace – veškerý objem kalné šťávy po 1. saturaci se filtruje na membránových komorových filtrech nebo mechanizovaných kalolisech.

Dekantéry – kalná šťáva se v dekantéru rozdělí na čistý dekantát, který představuje asi 80 % objemu původní šťávy a na zahuštěný podíl, představující zbylých 20 %. Celková doba prodlevu v dekantéru je od 40 do 70 min. Zahuštěný podíl z dekantéru se vede dále na druhý stupeň filtrace, část zahuštěného podílu se vrací na předčeření.

Zahušťovací filtry – mají vyšší výkonnost, separace kalu je efektivnější a doba zdržení šťávy ve filtru kratší. V jednotlivých sekcích filtru probíhá postupně filtrace, shození koláče a zpětný oplach.

Ke zlepšení sedimentačních vlastností šťávy se používají flokulační činidla.

Použití zahušťovacích filtrů pro první stupeň separace kalu z 1. saturované šťávy je ve srovnání s dekantéry výhodnější. S ohledem na kratší dobu zdržení v zahušťovacím filtru, nedochází ke zhoršení kvality šťávy a ke vzniku barevných látek.

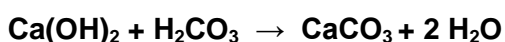
Dekantace i filtrace probíhá v jednom zařízení, takže se získá na jedné straně dokonale čirý filtrát a na straně druhé zahuštěný kalový podíl.

Saturační kal – jedná se o významný cukrovarnický odpad (6 - 8 % n. ř.) Využívá se jako hnojivo, k úpravě kyselé reakce půd, a krmivo.

2. saturace

Její hlavním úkolem je snížení obsahu vápenatých solí na minimum a zvýšení čistoty šťávy. Šťáva se chemicky čistí, což je důležité pro následující provoz odparky, aby nedocházelo ke tvorbě inkrustací. Čirá šťáva po 1. saturaci se zahřívá na teplotu 95 - 98 °C, přidává se k ní poslední část vápenného mléka a saturuje se na optimální alkalitu pH 9,0 - 9,5 která odpovídá minimálnímu obsahu vápenatých solí ve šťávě.

Chemická reakce 2. saturace:



Za 2. saturací je v epurační lince zařazena nádrž s intenzivním míchadlem, kde se šťáva zdrží asi 10 min, aby se dokončil rozklad hydrogenuhličitanů.

Filtrace šťávy po 2. saturaci

K filtraci se používají zahušťovací filtry, nízkotlaké listové filtry – cedřáky, diskové filtry nebo naplavovací filtry. Kal po 2. saturaci se v epurační lince vrací zpět na předčeření, kde slouží jako krystalizační zárodky pro koagulaci koloidně dispergovaných látek. Zfiltrovaná šťáva se nazývá lehká šťáva.

Lehká šťáva má sacharizaci 15 - 21 % hm., čistotu 90 - 95 % hm., pH 8,9 -9,5 a světle žlutou barvu.

Zahřívání a odpařování lehké šťávy

Odpařováním vody v odparce se z lehké šťávy izoluje sacharóza zahuštěním na těžkou šťávu.

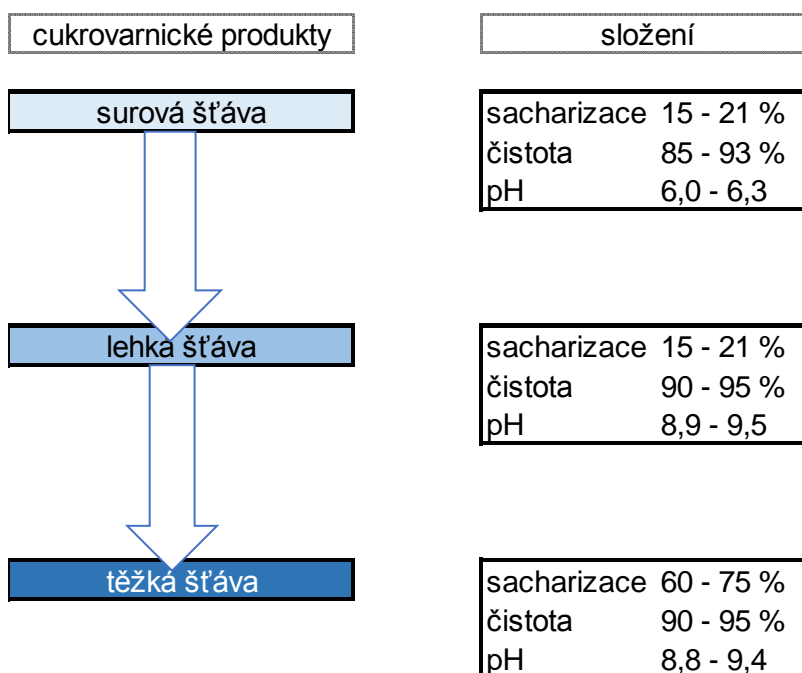
Těžká šťáva - má sacharizaci 60 - 75 %, čistotu 90 - 95 %, je mírně alkalická, má hnědou barvu a jemný zákal. Aby se z těžké šťávy získal kvalitní šťavní krystal, doporučuje se těžkou šťávu sířit a filtrovat na tlakových listových filtrech nebo naplavovacích filtrech.

Pozn: předčeření a dočeření = chemický způsob čištění šťávy

1. saturace = fyzikálně chemické čištění
2. saturace = fyzikálně chemické čištění

6.7. Změny cukerní šťávy v průběhu epurace

Změny surové šťávy během epuračního procesu



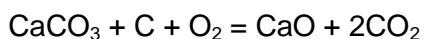
Obrázek 8 Změny cukerní šťávy v průběhu epurace

7. Výroba saturačního plynu a vápenného mléka

7.1. Vápenka

Vápno a saturační plyn se vyrábějí rozkladem vápence ve vápence.

Chemické reakce při rozkladu vápence:



Ke spalování dochází dokonale až při teplotě 1000-1100°C. Rychlost vypalování je empiricky závislá na teplotě.

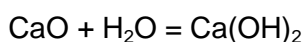
7.2. Saturační plyn

Saturační plyn CO_2 odtahovaný z vápenky má teplotu 50 až 500 °C a obsahuje velké množství prachu. Čištěním vodou se sníží teplota na 30°C.

7.3. Vápenné mléko

Vápenné mléko se vyrábí z páleného vápna hašením řídkými výslady nebo vodou v kontinuálně pracujícím ležatém bubnovém aparátu zvaném hasidlo.

Molekuly CaO se hydratují za vzniku hydroxidu vápenatého Ca(OH)_2 :



Hašení vápna je exotermní reakce. Vápenné mléko vytékající z hasidla má teplotu obvykle vyšší než 90°C. Vápno se hasí takovým množstvím vody nebo výsladů, aby se koncentrace oxidu vápenatého v něm pohybovala mezi asi 17 až 21% hm. Čisté vápenné mléko je suspenze hydratovaného oxidu vápenatého v roztoku hydroxidu vápenatého. Pro technologické účely má význam jen aktivní vápno, tj. část veškerého oxidu vápenatého (vápna) ve vápenném mléku ve smyslu schématu:

aktivní vápno = celkové vápno – (vápno vázané v CaCO_3 + nehasitelné vápno).

Surové vápenné mléko obsahuje nerozpuštěné nečistoty, které by zvyšovali opotřebování armatur a technologie. Nečistot se oddělují na separátorech. Účinnost separátorů nečistot se pohybuje od 70 - 98 %.

(3)

8. Regenerace uhličitanu vápenatého

8.1. Proč regenerace

Z teorie epurace vychází, že provedení veškerých nutných chemických reakcí při čištění cukerních šťáv zajišťuje přídavek vápna (CaO) ve výši 0,2 – 0,4 % na řepu. Důvodem navýšení přídavku vápna (CaO) do epurace, na hodnotu 1,0 - 1,6 % na řepu, je požadavek na vytvoření uhličitanu vápenatého CaCO_3 , vzniklého saturací oxidem uhličitým CO_2 pro dobrou sedimentaci a filtrovatelnost.

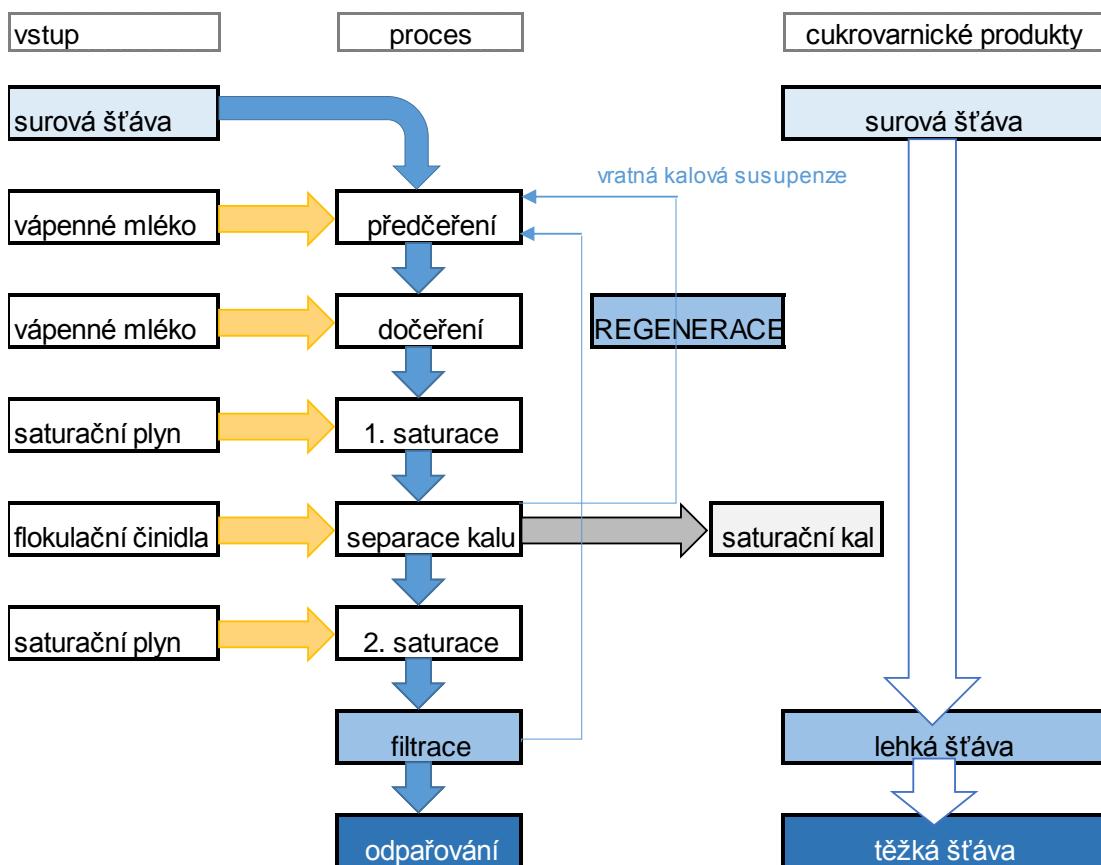
8.2. Popis regenerace

Systém regenerace uhličitanu vápenatého opakovaně využívá v procesu epurace použité, necukry znečištěné, sloučeniny vápníku (Ca^{++}), které jsou tvořeny převážně krystalickým uhličitanem vápenatým (CaCO_3), vápenatými sacharáty, cukrokarbonáty a funkční sloučeniny Ca^{++} .

Recyklovatelné sloučeniny vápníku (Ca^{++}) jsou obsaženy v jakémkoli meziprojektu v procesu epurace surové cukerní šťávy, obvykle po dekantérech, zahušťovacích filtrech, kalolisech nebo vakuových filtrech.

Jednotka regenerace uhličitanu vápenatého je v procesu epurace zařazena do potrubí cirkulované kalové suspenze po zahušťování saturačního kalu v dekantéru nebo zahušťovacím filtru po 1. saturaci. Regenerovaná kalová suspenze je přimíchávána zpět do předčeříče.

SCHÉMA EPURACE S UMÍSTĚNÍM JEDNOTKY REGENERACE



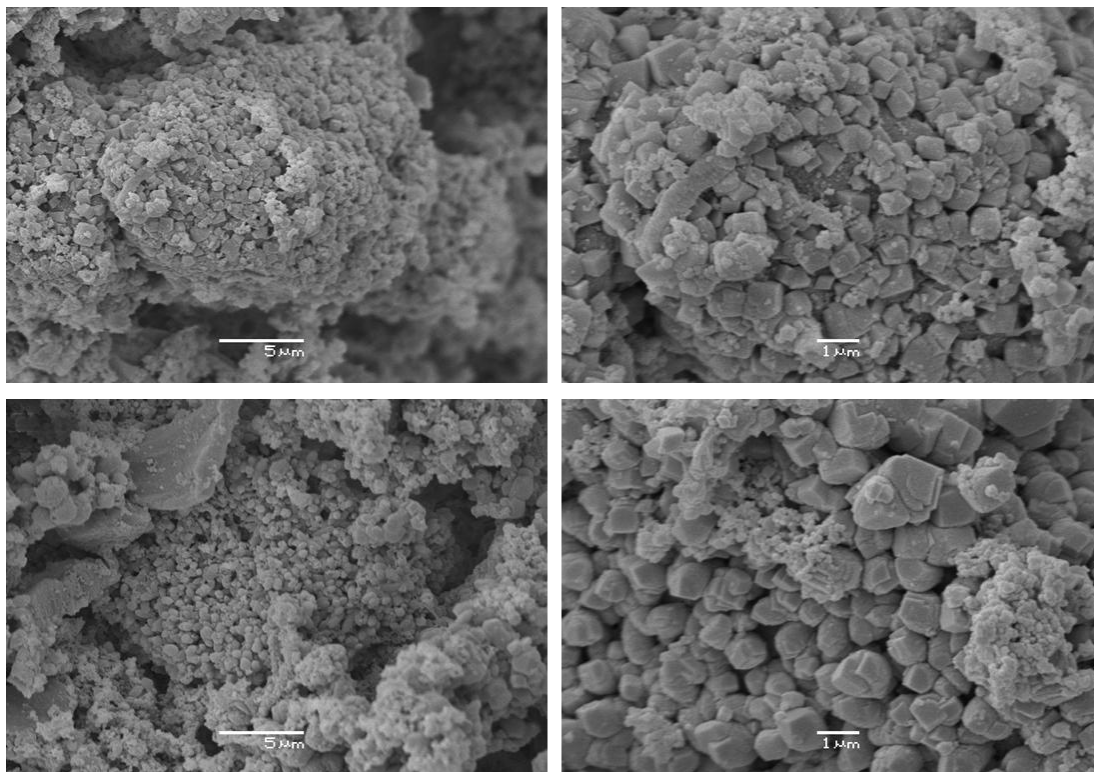
Obrázek 9 Schéma epurace s jednotkou regenerace

8.3. Regenerace fyzikálně

Krystaly opakovaně hydromechanicky zpracovaných sloučenin vápníku (Ca^{++}) vykazují výrazný elektrokinetický potenciál a vyšší počet nevyčerpaných vazeb. Vytváří s vysokou aktivitou, spolu s některými necukry, v procesu epurace cukerní

šťávy, struktury podobné „vaječným skořápkám“. Škodlivé necukry jsou jako zárodečné makročástice těmito „skořápkami“ obalovány. Aglomerují se rozměrnější a hmotnější útvary ve tvaru „vajíčků“ s pevným povrchem. Tyto aglomeráty se vyznačují zvýšenou sedimentační rychlostí a zlepšenými filtračními vlastnostmi.

Struktura saturačního kalu – snímek z elektronového mikroskopu (4)

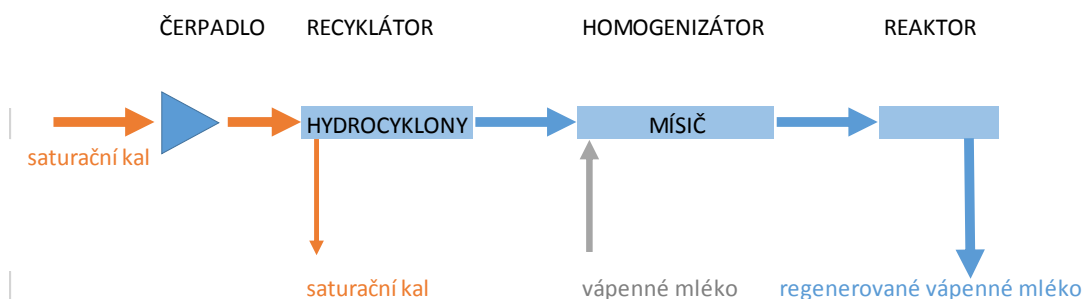


Obrázek 10 Struktura saturačního kalu

8.4. Základní princip regenerace uhličitanu vápenatého

V jednotce regenerace uhličitanu vápenatého, tvořené podávacím čerpadlem, recyklátorem, homogenizátorem a reaktorem, je poměrná část saturačního kalu hydromechanicky ošetřena, rozdělena, zahuštěna, zbavena adsorbovaných látek a chemicky aditivována přídatkem vápna (CaO) ve formě vápenného mléka $\text{Ca}(\text{OH})_2$. V reaktoru je zpracována na regenerované vápenné mléko, kterým je v procesu předčeření nahrazena část přídatku vápenného mléka $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

SCHÉMA JEDNOTKY REGENERACE UHLIČITANU VÁPENATÉHO

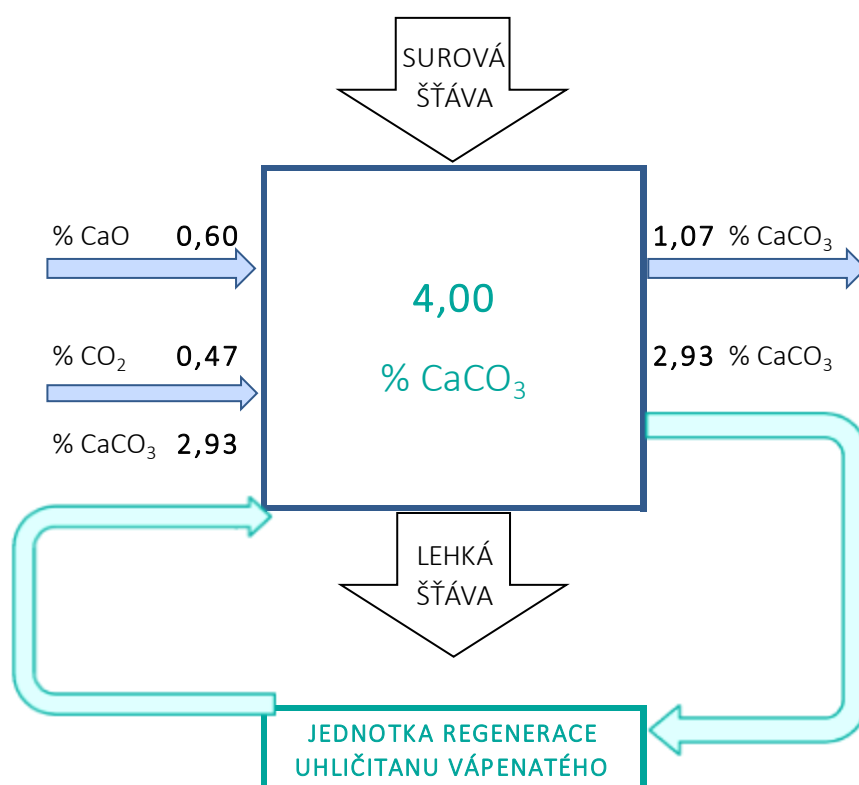


Obrázek 11 Schéma jednotky regenerace uhličitany vápenatého

8.5. Bilanční schéma jednotky regenerace uhličitany vápenatého

Systém regenerace uhličitany vápenatého zajišťuje regenerací použitých sloučenin vápníku (Ca^{++}) jejich efektivní využití v epuračním procesu. Umožňuje snížit spotřebu vápna (CaO) na množství 0,3 - 0,8 % na řepu, zabezpečuje pro epurační proces optimální množství, složení a adsorbční schopnost využívaných sloučenin vápníku (Ca^{++}) a dosahuje zvýšenou rychlost sedimentace saturačních kalů a filtrace cukerních šťáv.

Bilanční schéma uhličitany vápenatého (CaCO_3) v epuraci cukrovaru s instalací jednotky regenerace



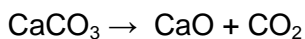
Obrázek 12 Bilanční schéma jednotky regenerace uhličitany vápenatého v procesu epurace

8.6. Popis použitých výpočtů

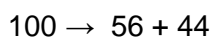
8.6.1. Výpočet množství vápna

Teoretickou spotřebu vápence o obsahu CaCO_3 pro výrobu vápna CaO vyjádříme:

Základní chemická reakce při vypalování vápence



Vyjádření stechiometrických koeficientů reagujících látek



kde molekulová hmotnost $\text{CaCO}_3 = 40 + 12 + 3 \cdot 16$

molekulová hmotnost $\text{CaO} = 40 + 16$

molekulová hmotnost $\text{CO}_2 = 12 + 2 \cdot 16$

kde molární hmotnosti prvků M (g/ mol)

Ca 40 g/ mol

C 12 g/ mol

O 16 g/ mol

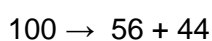
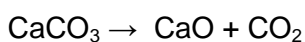
Spotřeba vápence o obsahu 100 % CaCO_3 je rovna podílu molekulových hmotností $\text{CaCO}_3 / \text{CaO} \cdot 100 = 178$ % na hmotnost CaO

Je – li čistota saturačního vápence 95% CaCO_3 je skutečná spotřeba $178 / 0,95 = 187$ % hmotnosti CaO .

Předpokládané ztráty hašením vápence jsou 10%. Potom je spotřeba vápence navýšena na $187 \cdot 1,1 = 206$ % na hmotnost CaO .

8.6.2. Výpočet produkce CO_2 z CaCO_3

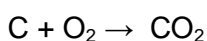
Rozkladem CaCO_3 ve vápence vzniká CO_2



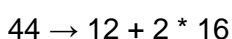
Z poměru stechiometrických koeficientů v rovnici vyplývá, že ze 100 t vápence se uvolní 44 t CO_2 . Tento plyn je využit k 1. a 2. saturaci, kde se váže zpět na CaO .

8.6.3. Výpočet produkce CO_2 ze spalování koku

Hořením koku ve vápence vzniká oxid uhličitý dle rovnice



Poměr stechiometrických koeficientů



Koks obsahuje 80% uhlíku. Z 10 kg koksu se uvolní 8 kg C a z tohoto uhlíku vznikne
 $44/12 * 8 = 29 \text{ kg CO}_2$.

(1)

8.7. Popis jednotlivých položek zpracovaných tabulek

Provozní údaje předané Litovelskou cukrovarnou a.s.

- Množství zpracované cukrové řepy za den (t/ den)
- Digesce cukrové šťávy denní průměr (%)
- Spotřeba vápence za den (t/ den)
- Spotřeba koksu za den (t/ den)

Ukázka předaných a zpracovaných denních hodnot z kampaně 2014/ 2015 je v Příloze č. 1.

Předané kampaňové hodnoty byly zpracovány do sumárních hodnot, vždy jedna kampaň do jedné tabulky Tabulka 2 Litovelská cukrovarna a.s. – Provozní výsledky. Pro výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koksu s teoretickým využitím regenerace CaCO₃ v procesu epurace byla zpracována Tabulka 3 Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koksu s předpokládaným využitím regenerace uhličitanu vápenatého v procesu epurace, se stejnými ukazateli pro názornost srovnání výsledných hodnot.

Výpočet množství přidaného vápna k epuraci při využití regenerace uhličitanu vápenatého je zpracován v tabulce Tabulka 4 REGENERACE - Výpočet přídávku vápna

	%	ř.	k epuraci.
--	---	----	------------

Tabulka 1 Popis zobrazených hodnot

Litovelská cukrovarna a.s.
Provozní výsledky

Kampaň 2012-2013

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	t	provozní údaj
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	t	provozní údaj
Vápenec - spotřebované množství	% ř.	vyjádření procentuálního podílu k Zpracované cukrové řepě
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	t	výpočet množství vápna vyrobeného z vápnice
Vápno - spotřebované množství	% ř.	vyjádření procentuálního podílu k Zpracované cukrové řepě
Vápno - spotřebované mimo epuraci	% ř.	provozní údaj
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	t	provozní údaj
Koks pro vápenku - množství	% ř.	vyjádření procentuálního podílu k Zpracované cukrové řepě
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	rozdíl procentuálního podílu položek Vápno - spotřebované množství a Vápno - spotřebované množství mimo epuraci
Vápno spotřebované k epuraci	t	výpočet množství Přídavku vápna k epuraci z procentuálního podílu k celkovému množství zpracované cukrové řepy
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	t	výpočet ze stechiometrické rovnice pronásobený 3% podílem nečistot
Produkce CO ₂ z koku	t	výpočet emisí CO ₂
Celková produkce CO ₂	t	součet

Tabulka 2 Popis zobrazených hodnot REGE

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koku s předpokládaným využitím regenerace uhličitánu vápenatého v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	t	Zpracovaná cukrová řepa
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	t	Výpočet množství vápence ze vztahu (7.1.1.)
Vápenec - spotřebované množství	% ř.	Výpočet sníženého procentuálního podílu na množství Zpracovaná cukrová řepa
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	t	Výpočet množství ze sníženého % ř. Vápno - spotřebované množství
Vápno - spotřebované množství	% ř.	Součet % ř. Vápna spotřebovaného k epuraci s Vápnem použitým mimo epuraci
Vápno - spotřebované mimo epuraci	% ř.	
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	t	Výpočet spotřeby koku z mísičního poměru koku a vápence (% v.) k sníženému množství vápence
Koks pro vápenku - množství	% ř.	Výpočet sníženého procentuálního podílu na množství Zpracovaná cukrová řepa
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	dosazena hodnota z Tabulky 4 REGENERACE - Výpočet přídavku vápna % ř. k epuraci
Vápno spotřebované k epuraci	t	výpočet množství Přídavku vápna k epuraci z procentuálního podílu k celkovému množství zpracované cukrové řepy
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	t	výpočet z rovnice (7.1.2.) násobený 3% podílem nečistot
Produkce CO ₂ z koku	t	výpočet emisí CO ₂ z rovnice (7.1.3.)
Celková produkce CO ₂	t	součet

Tabulka 3 Popis zobrazených hodnot REGE vápna

REGENERACE - Výpočet přídatku vápna % ř. k epuraci

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE

Digesce - průměrná	%	
Surová šťáva - množství (odtah)	% ř.	provozní údaj
Surová šťáva - sacharizace S	%	provozní údaj
Surová šťáva - polarizace P	%	výpočet $P = S \cdot Q / 100$ Tabulka 1
Surová šťáva - čistota Q	%	provozní údaj
Obsah necukrů N	%	výpočet $N = S - P$
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	provozní údaj
CaO/Nc	%	výpočet % podílu vápna k epuraci k % podílu k necukrům
REGENERACE přídavek vápna k epuraci	% ř.	výpočet přídatku vápna k epuraci tj. 50% obsahu necukrů

8.8. Zpracování Provozních dat Litovelské cukrovarny a.s.

Jednotlivé kampaňové výsledky Litovelské cukrovarny a.s. jsou zpracované v následujících přílohách.

- Příloha č. 2 Tabulka 1 Kampaň – provozní výsledky
 Tabulka 2 Kampaň – výpočet provozních výsledků s regenerací uhličitánu vápenatého
 Příloha č. 3 Tabulka 3 Kampaň – Laboratorní a technologické údaje

8.9. Výpočet úspory v Litovelské cukrovarně a.s.

Tabulka 4 je souhrnem jednotlivých kampaní a výsledných hodnot emisí CO₂, vápence a koku v provozu cukrovaru bez využití a s využitím jednotky regenerace uhličitánu vápenatého.

Hodnoty procentuální úspory emisí CO₂, vápence a koku vztažené k množství zpracované cukrové řepy (%/ t ř.) nepřekračují hodnotu 1,5%. Pro vyhodnocení výsledků byly hodnoty procentuální úspory emisí CO₂, vápence a koku vztaženy k úspoře dané položky v chodu bez regenerace.

- Příloha č. 4 Tabulka 4 Rekapitulace výsledků, výpočet úspory emisí CO₂, vápence a koku instalací stanice regenerace uhličitánu vápenatého v cukrovaru Litovelská cukrovarna a.s.

9. Zpracované výsledky cukrovarnických kampaní 2016 - 2017 v ČR

Pro srovnání teoretických výsledků efektu instalace jednotky Regenerace uhličitánu vápenatého byl rozsah zpracovaných dat rozšířen o celorepublikové výsledky cukrovarnických kampaní ve stejném časovém rozpětí. Použitá data byla čerpána z pravidelně zpracovávané Zprávy o cukrovarnické kampani v České republice. Zpracovatelem výsledků cukrovarnických kampaní je Ing. Jaroslav Gebler z VÚC Praha a.s. Zpráva o průběhu cukrovarnické kampaně je zveřejňována v Listech Cukrovarnických a Řepařských (LCaŘ). Na základě konzultace s autorem, byla některá zveřejněná data týkající se spotřeb vápence a koksů upravena, v souladu s metodikou výpočtů popsanou v odstavci 7.1.

9.1. Roční kampaňové výsledky cukrovarnické kampaně ČR

V následující části jsou popsány jednotlivé položky zpracovaných tabulek, použita metodika výpočtů a označeny hodnoty, které byly korigovány výpočtem po dohodě se zpracovatelem celorepublikových dat Ing. Jaroslavem Geblerem. Metodika výpočtů se odkazuje k odstavci

Příloha č. 5 Tabulka 5 Zpráva o cukrovarnické kampani ČR - Výsledky kampaně (LCaŘ)

Tabulka 6 ČR Kampaň – výpočet provozních výsledků s regenerací uhličitánu vápenatého

Příloha č. 6 Tabulka 7 Kampaň – Laboratorní a technologické údaje

Tabulka 5 Popis zobrazených hodnot Výsledky kampaně ČR

Zpráva o cukrovarnické kampani - Výsledky kampaně (LCaŘ)

Kampaně	LCaŘ - hodnota - použitý ukazatel	
ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	t	hodnota ukazatele - základní ukazatel
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		výpočet množství vápna vyrobeného z vápence (7.1.1.)
Vápenec- spotřeba	t	hodnota ukazatele - spotřeba pomocných hmot
Vápenec - spotřebované množství	% ř.	vyjádření procentuálního podílu k Zpracované cukrové řepě
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	t	hodnota ukazatele - spotřeba pomocných hmot
Vápno - spotřebované množství	% ř.	hodnota ukazatele - spotřeba pomocných hmot
Vápno - spotřebované mimo epuraci	% ř.	hodnota ukazatele - spotřeba pomocných hmot
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	t	výpočet dle procentuálního podílu k Zpracované cukrové řepě
Koks pro vápenku - množství	% ř.	hodnota ukazatele spotřeba energie
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	rozdíl procentuálního podílu položek Vápno - spotřebované množství a Vápno - spotřebované množství mimo epuraci
Vápno spotřebované k epuraci	t	výpočet množství Přídavku vápna k epuraci z procentuálního podílu k celkovému množství zpracované cukrové řepy
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	t	výpočet z rovnice (7.1.2.) násobený 3% podílem nečistot
Produkce CO ₂ z koksu	t	výpočet emisí CO ₂ (7.1.3.)
Celková produkce CO ₂	t	součet

Se souhlasem pana Ing. Jaroslava Geblera byly **červeně** označené hodnoty revidovány výpočtem.

Tabulka 6 Popis zobrazených hodnot REGE vápno ČR

REGENERACE - Výpočet přídatku vápna % ř. k epuraci

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE

Digesce - průměrná	%	
Surová šťáva - množství (odtah)	% ř.	provozní údaj
Surová šťáva - sacharizace S	%	provozní údaj
Surová šťáva - polarizace P	%	výpočet $P = S \cdot Q / 100$ Tabulka 1
Surová šťáva - čistota Q	%	provozní údaj
Obsah necukrů N	%	výpočet $N = S - P$
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	provozní údaj
CaO/Nc	%	výpočet % podílu vápna k epuraci k % podílu k necukrům
REGENERACE přídavek vápna k epuraci	% ř.	výpočet přídatku vápna k epuraci tj. 50% obsahu necukrů
Koks pro vápenku - spotřeba	t	Výpočet spotřeby koksu z míscího poměru koksu a vápence (% v.) k sníženému množství vápence
Koks pro vápenku - množství	% ř.	Výpočet sníženého procentuálního podílu na množství Zpracovaná cukrová řepa
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	dosazena hodnota z Tabulky 4 REGENERACE - Výpočet přídatku vápna % ř. k epuraci
Vápno spotřebované k epuraci	t	výpočet množství Přídavku vápna k epuraci z procentuálního podílu k celkovému množství zpracované cukrové řepy
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	t	výpočet z rovnice (7.1.2.) násobený 3% podílem nečistot
Produkce CO ₂ z koksu	t	výpočet emisí CO ₂ z rovnice (7.1.3.)
Celková produkce CO ₂	t	součet

Tabulka 7 Popis zobrazených hodnot ČR kampaň

ČR kampaň

LCaŘ - hodnota - použitý ukazatel

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ
ÚDAJE

Surová šťáva - množství (odtah)	% ř.	hodnota ukazatele - laboratorní a technologické údaje
Surová šťáva - sacharizace S	%	hodnota ukazatele - laboratorní a technologické údaje
Surová šťáva - polarizace P	%	hodnota ukazatele - laboratorní a technologické údaje
Surová šťáva - čistota Q	%	hodnota ukazatele - laboratorní a technologické údaje
Obsah necukrů N	%	výpočet $N = S - P$
Přídavek vápna k epuraci	% ř.	hodnota ukazatele - spotřeba pomocných hmot
CaO/Nc	%	výpočet % podílu vápna k epuraci k % podílu k necukrům
REGENERACE přídavek vápna k epuraci	% ř.	výpočet přídatku vápna k epuraci tj. 50% obsahu necukrů

9.2. Výpočet úspory v cukrovarech České republiky.

Tabulka 8 je souhrnem jednotlivých kampaň a výsledných hodnot emisí CO₂, vápence a koku v cukrovarnických kampaňích 7 cukrovarů v České republice, bez využití a s využitím jednotky regenerace uhličitanu vápenatého.

Hodnoty procentuální úspory emisí CO₂, vápence a koku vztahované k množství zpracované cukrové řepy (%/ t ř.) nepřekračují hodnotu 0,5%. Pro vyhodnocení výsledků byly hodnoty procentuální úspory emisí CO₂, vápence a koku vztahovány k úspoře dané položky v chodu bez regenerace.

Příloha č. 7 Tabulka 8 Rekapitulace výsledků a výpočet úspory emisí CO₂, vápence a koku instalací stanice regenerace uhličitanu vápenatého v ČR

10. Zkušební provoz jednotky regenerace v Litovelské cukrovarně a.s.

V kampaňi 2017-2018 byla v Litovelské cukrovarně a.s. instalována jednotka regenerace uhličitanu vápenatého do zkušebního provozu (ZP). Jednotka byla uvedena během probíhající kampaňe do provozu ve 3 cyklech vždy na 5 dní.

Úkolem zkušebního provozu bylo ověření provozní spolehlivosti a funkce jednotlivých prvků technologie, včetně jejich regulovatelnosti a řízení.

Dalším úkolem byla kontrola plnění garantovaných hodnot jednotky regenerace spočívajících v garanci přídatku vápna na necukry v maximální hodnotě 50% CaO/ Nc ≤ 50%.

V průběhu kampaně byly sledovány hodnoty epurační linky s cílem minimalizovat přídavek vápna CaO% ř. dodržováním technologické kázně.

Předané provozní údaje byly zpracovány do následujících tabulek.

Příloha č. 8 Zkušební provoz

Tabulka 9 Litovelská cukrovarna a.s. - Provozní údaje Kampaň 2017-2018

Zkušební provoz regenerační jednotky

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koku

Zpracované ukazatele funkce regenerace Kampaň 2017-2018

Rekapitulace výsledků zkušebního provozu regenerace uhličitane vápenatého v cukrovaru Litovelská cukrovarna a.s.

Provozní hodnoty byly zpracovány jako součty denních kampaňových hodnot, hodnoty vyjadřující % na ř. jsou vypočtena jako vážený průměr k množství zpracované cukrové řepy (t).

11. Vyhodnocení zpracovaných údajů

Výstupní hodnoty úspory jednotlivých položek (emise CO₂ (t), spotřeba vápence (t), potřeba koku) byly stanoveny jako sumární v (t) za 5 let z kampaní 2012 – 2016. Pro lepší názornost snížení objemu v %, byla procentuální úspora vztažena vždy k dané položce v chodu bez jednotky regenerace.

11.1 Vyhodnocení Litovelská cukrovarna a.s. 2012 – 2016

Tabulka 10 Vyhodnocení Litovelská cukrovarna a.s. 2012 – 2016

Celková úspora v kampaních 2012-2016	úspora (t)	Úspora % vztažená na chod bez regenerace	Úspora % na t zpracované řepy
Produkce emisí CO ₂ (t)	3 388	32,91%	0,27
Vápenec- spotřeba (t)	11 826	32,65%	0,94
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	1 130	32,78%	0,09

Z provozních výsledků zpracovaných v bakalářské práci je průměrná úspora produkce CO₂, vápence a koku necelých 33%. V průběhu cukrovarnických kampaní 2012 – 2016 kolísala úspora u jednotlivých položek v rozmezí 26% - 32%.

11.2 Vyhodnocení cukrovarnických kampaní 2012 – 2016 v ČR

Tabulka 11 Celková úspora kampaň 2012- 2016 Česká republika

Celková úspora v kampaních 2012-2016	úspora (t)	Úspora % vztažená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Celková produkce CO2	23 009	19,93%	0,10
Vápenec- spotřeba	63 898	14,17%	0,29
Koks pro vápenku - spotřeba	7 632	19,83%	0,03

Z pracované ukazatele z kampaní 2012 – 2016 vykazují nižší průměrnou úsporu, než výsledky z Litovelské cukrovarny. Částečně je zde vliv výsledku roku 2012-2013, kde byl přídavek na necukry bez regenerace % CaO/ Nc 50%, tedy nevznikla žádná úspora.

Tabulka 12 Celková úspora kampaň 2013 – 2016 v ČR

Celková úspora v kampaních 2013-2016	úspora (t)	Úspora % vztažená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Celková produkce CO2	22 752	24,23%	0,10
Vápenec- spotřeba	56 989	16,07%	0,25
Koks pro vápenku - spotřeba	7 545	24,09%	0,03

Vyloučením kampaně 2012 -2013 z dalšího zpracování, jako chybného údaje zkreslujícího výsledky, jsou výsledky úspory emisí CO₂, koku 24%, úspora vápence 16 %. Nižší úspora vápence odpovídá zpracovávaným hodnotám, kde přídavek vápna k epuraci (CaO % n.ř.) byl nižší než u přídávku vápna k epuraci Litovelské cukrovarně. V průběhu kampaní 2013 – 2016 kolísala úspora emisí CO₂ a koku v intervalu 19% – 31%, úspora vápence v intervalu 13% – 21%.

11.3 Vyhodnocení zkušebního provozu regenerace 2017 – 2018

Tabulka 13 Vyhodnocení Zkušebního provozu

	úspora (t)	Úspora % vztažená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Celková produkce CO2	773	40,68%	0,30
Vápenec- spotřeba	2 578	40,68%	0,99
Koks pro vápenku - spotřeba	258	40,68%	0,10

Výsledné hodnoty 15 denního zkušebního provozu byly přepočteny váženými průměry na celkové množství zpracované řepy, vápence a koku. Pro výpočet úspory byly použity srovnatelné hodnoty provozu cukrovaru s a bez jednotky regenerace.

Z tabulky 13 vyplývá, že ve zkušebním provozu byla úspora produkce CO₂, vápence a koksu u všech ukazatelů 40%, nejvyšší z teoreticky zpracovaných výsledků.

12. Diskuse

V bakalářské práci jsem provedla výpočty úspory emisí CO₂, vápence a koksu v případě instalace jednotky regenerace uhličitanu vápenatého. Celkové vypočtené úspory i prokázané úspory ze zkušebního provozu mají bezesporu pozitivní vliv na životní prostředí. Dojde ke snížení surovinové náročnosti výrobního procesu, a k úspoře emisí skleníkových plynů. Jak ale posoudit výhodnost z hlediska ekonomicko - envirometálního?

Kritériem pro zhodnocení environmentálního přínosu projektu by bylo například zpracování podrobné analýzy uhlíkové stopy celého procesu výroby cukru, a to bez použití regenerace a s využitím regenerační stanice. Jsem si vědoma, že vzhledem k tomu, že dodnes není zcela sjednocena metodika pro takovéto výpočty, bylo by takové stanovení poměrně obtížné.

„Uhlíková stopa: Běžně používaný termín vyjadřující celkový objem emisí CO₂ a dalších skleníkových plynů zapříčiněných přímo či nepřímo určitým produktem nebo činností nebo souvisejících s činností určité osoby nebo organizace. Na výpočet uhlíkové stopy neexistují žádné závazné předpisy EU.“ (12)

Přesto předpokládám, že s ohledem na velikost úspor a technologickou jednoduchost instalovaného zařízení bude výsledek ve prospěch instalování inovativní technologie regenerace.

Další kritériem hodnocení environmentálních dopadů výroby je metodika analýzy životního cyklu (LCA).

LCA je jedna z nejobektivnějších metod pro posouzení environmentálních dopadů konkrétních technologií, výrobků a služeb. Uvažovány jsou emise do všech složek životního prostředí během výroby, užívání i odstraňování produktu. Zahrnovány jsou rovněž vlivy procesů získávání surovin, výroby materiálů a energie a pomocných procesů. Metoda LCA je závazná pro získání označení ekologický výrobek.

Evropská komise producentů cukru (CEFS) provedla v Rámci programu udržitelné spotřeby a výroby EU (evropská unie) studii analýzy životního cyklu výroby cukru z cukrové řepy v EU. Ze zveřejněného výtahu vyplývá, že i přes použití

standardizovaných metodik pro zpracování LCA obsažených v mezinárodních směrnících (mezinárodní norma ISO 14040), pět různých metod LCA vedlo k značně rozdílným výsledkům. V závěru studie navrhuje CEFS stanovení metody LCA pro výrobu řepného cukru založeném na energetickém hledisku.

Z výsledků studie přesto vyplývá, že nejvýznamnější dopady pěstování cukrové řepy, její dopravy a následně jejího zpracování v cukrovaru na životní prostředí jsou v průměrování přes pět metod významné pouze čtyři kategorie (z 15 studovaných), změna klimatu, vyčerpání zdrojů, využití půdy a polévatý prach. Tyto čtyři kategorie představují 2/3 celkových dopadů na životní prostředí.

Z oblastí nejvýznamnějšího vlivu na životní prostředí je vliv provozu cukrovaru patrný v kategorii změny klimatu a kategorii polévatý prach. Zde by použití regenerace snížilo materiálovou náročnost v množství zpracovaného vápence a koku ve vápence, jakožto významného zdroje polévatého prachu, ale i energetickou náročnost celého procesu výroby cukru.

Domnívám se proto, že výrazným ekologickým argumentem pro instalaci jednotky regenerace uhličitanu vápenatého by byl, navazující výpočet snížení množství polévatého prachu z vápenky.

Budeme-li hovořit o environmentálním přínosu a ochraně životního prostředí v kontextu chování a cílů jednotlivých podniků, musíme nutně zvážit i aspekty ekonomické.

Z hlediska provozních nákladů cukrovarů je nejvyšším vstupním nákladem cukrovaru nákup cukrové řepy. Její cena se odvíjí především od technologické jakosti (tzn. obsahu cukru), přičemž obsah cukru v cukrové řepě se vyrábí na poli. Tyto náklady tedy cukrovarník ovlivnit téměř nemůže. Z hlediska ochrany životního prostředí se může snažit kontrolovat a prověřovat svoje dodavatele, jak se chovají a jakou mají firemní strategii v oblasti ochrany životního prostředí.

Druhým výrazným provozním nákladem jsou výrobní náklady na zpracování samotné cukrové řepy. Výrobní náklady na „izolaci“ cukru může ovlivnit do značné míry každý cukrovarník technologickou kázní. Jako další možnost, jak snížit provozní náklady a surovinovou nákladnost výroby je, jak prokázala tato bakalářská práce, instalace jednotky regenerace uhličitanu vápenatého.

Dalšími náklady jsou bezesporu nákupy emisních povolenek jako platby za negativní externalitu. (201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší Sb., v platném znění). Po instalaci regenerační jednotky dojde bezesporu k úspoře.

Důležitým aspektem pro rozšíření jednotky regenerace uhličitánu vápenatého do běžné praxe cukrovarů je zpracování ekonomického hodnocení návratnosti stanice regenerace pro daný cukrovar.

Obecně má toto zhodnocení již zpracována společnost, která dodává na trh tuto regenerační stanici. Návratnost je v závislosti na velikosti cukrovaru 1- 4 roky.

Otázkou je, zda by bylo možné, projekty instalace regeneračních jednotek spolufinancovat některým z četných dotačních titulů. Předpokládám, že všechny cukrovary splňují současné emisní limity stanovené právními předpisy. Nejsou tedy nuceny, či nemají žádnou zákonnou povinnost investovat do technologických inovací, které by uspořily suroviny na vstupu, případně emise na výstupu. Dotace by takovým inovacím zajisté pomohly.

Ekonomika by ovšem v současnosti neměla být jediným ukazatelem pro zavádění nových environmentálně přívětivějších technologií do výroby. Na druhé straně je pochopitelné, že management jednotlivých podniků nemůže investovat do technologií s kladným environmentálním působením bez ohledu na jejich investiční a provozní náklady. Proto je důležité zavádět metody environmentálně - ekonomického posuzování účinnosti jednotlivých opatření. Propojení mezi ekonomikou a ochranou životního prostředí je velmi těsné a není možné, resp. není vhodné, posuzovat jedno bez druhého.

Ne nadarmo je jedním ze sloganů komise OECD „silná ekonomika vyžaduje zdravé životní prostředí a zdravé životní prostředí vyžaduje silnou ekonomiku“. (13)

13. Závěr

Bakalářská práce se shrnuje současné poznatky chemicko – fyzikálního jevu regenerace uhličitánu vápenatého v procesu epurace. Jedná se o poměrně složitý proces, a proto mu byla věnována značná část mé práce. Pro pochopení principu úspory a následného výpočtu úspor si myslím, že to bylo nezbytné.

Obecně lze princip regenerace shrnout takto: regenerací saturačního kalu vznikají sloučeniny vytvářející skořápky kolem necukrů, a tím zlepšují filtrovatelnost šťávy v dekantéru nebo v zahušťovacích filtrech. Dochází tím k úsporám vstupních surovin vápence a koku, protože je díky regeneraci můžeme v průběhu výrobního procesu recyklovat. Důsledkem úspory vápence a koku je snížení produkce emisí CO₂ z vápenky.

Cílem bakalářské práce byl výpočet úspory emisí CO₂, vápence a koksu v případě instalace jednotky regenerace uhličitanu vápenatého. Tyto úspory byly potvrzeny jak výpočtovou metodou, tak zkušebními provozem regenerační jednotky v Litovelské cukrovarně a.s.

Výsledky výpočtů teoretické úspory v Litovelské cukrovarně a.s. potvrdily snížení množství produkce emisí CO₂, vápence a koksu necelých 33% vztažené ke spotřebě CO₂, vápence a koksu v chodu bez regenerace.

Vyhodnocení zkušebního provozu stanice regenerace instalované v Litovelské cukrovarně a.s. v kampani 2017 - 2018 potvrdilo úsporu CO₂, vápence a koksu ve výši u všech ukazatelů 40% vztažené ke spotřebě CO₂, vápence a koksu v chodu bez regenerace.

Výsledky výpočtů teoretické úspory v cukrovarnických kampaních 2013 – 2016 v ČR potvrdily snížení množství produkce emisí CO₂ a koksu o 24%, úsporu vápence pouze 16 %. Nižší úspora vápence je dána nesrovnalostmi v údajích o množství vápna použitého celkem a v množství vápna využitého mimo epuraci.

Úspory jsou dle mého názoru natolik významné, že by tato technologie měla vzbudit pozornost většiny managementu cukrovarů. Minimálně by měli chtít získat další informace ohledně této technologie a aplikovatelnosti v jejich provozech. Samozřejmě samotná instalace technologie pro úspěch a dosažení úspor rozhodně nestačí. Pro maximální efekt celého systému je nutná motivace všech zaměstnanců zúčastněných na výrobním procesu, jejich důkladné školení a vzdělávání, a samozřejmě kontrola dodržování minimálního přídatku vápna do procesu epurace. Výrobní proces cukrovaru je, ať už s regenerací nebo bez ní, citlivý na dodržování technologické kázně.

Management každé společnosti by měl mít snahu o co nejefektivnější hospodaření se zdroji obecně a měl by vytvářet prostředí přátelské pro životní prostředí. Neměl by se omezovat pouze na minimalizaci negativních dopadů podnikání na životní prostředí požadované platnou legislativou, ale aktivně využívat dobrovolných environmentálních aktivit, především prostřednictvím vzdělávání svých zaměstnanců. Do řízení a praxe jednotlivých podniků by se mělo daleko více dostávat i posuzování environmentálních vlivů jednotlivých podnikových operací a procesů, například přijetím dobrovolného nástroje systému environmentálního řízení a auditu (EMAS). V odvětví, jako je cukrovarnictví, je pro předcházení vzniku environmentálních zátěží dostatečný prostor.

Přehled literatury a použitých zdrojů

- 1) Bretschneider R., 1980: Technologie cukru. Surovárna a rafinerie. SNTL/ALFA, Praha: 423 s.
- 2) Kadlec P. a kol., 2002: Technologie potravin I, 1. vydání. VŠCHT, Praha: 303 s.
- 3) Bubník, Z., 1998: Nové směry v technologii cukru. 2. Dopln. a rozšíř. Vydání. VŠCHT, Praha: 300 s.
- 4) Gebler, J., Kožnarová V., Hájková L., 2017: Zpráva o cukrovarnické kampani 2016/2017 v České republice. LCaŘ 133, č. 9-10: 310-316.
- 5) Gebler, J., Kožnarová V., Hájková L., 2016: Zpráva o cukrovarnické kampani 2015/2016 v České republice. LCaŘ 132, č. 7-8: 252-258.
- 6) Gebler, J., Kožnarová V., Hájková L., 2015: Zpráva o cukrovarnické kampani 2014/2015 v České republice. LCaŘ 131, č. 7-8: 242-248.
- 7) Gebler, J., Kožnarová V., Hájková L., 2014: Zpráva o cukrovarnické kampani 2013/2012 v České republice. LCaŘ 130, č. 7-8: 242-248.
- 8) Gebler, J., Kožnarová V., Hájková L., 2013: Zpráva o cukrovarnické kampani 2012/2013 v České republice. LCaŘ 129, č. 7-8: 239-245.
- 9) Kadlec P.: Technologie cukru. Online: http://sch.vscht.cz/materialy/eso/tc_sylabus.pdf - Staženo: 10.4.2018
- 10) 2016 Comité Européen des Fabricants de Sucre, 2014: Assessing the impacts of EU sugar production and what we learned about life-cycle assessment. Online: <http://www.comitesucre.org> – Vystaveno: 2016, Staženo: 27.3.2018.
- 11) Rada vlády pro udržitelný rozvoj, 2005: Rámec programů udržitelné spotřeby a výroby České republiky. Online: https://www.mzp.cz/cz/udrzitelna_spotreba_vyroba - Vystaveno: 2005, Staženo: 15.2.2018
- 12) EVROPSKÝ ÚČETNÍ DVŮR, 2014: Jakým způsobem orgány a instituce EU vypočítávají, snižují a kompenzují své emise skleníkových plynů?. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2014. Online: <http://eca.europa.eu> – Vystaveno: 2014, Staženo: 25.3.2018.
- 13) CENIA, 2012: O Programu podpory environmentálních technologií (ETAP). CENIA, 2012. Online: <http://cenia.cz> – Vystaveno: 5.9.2012, Staženo: 5.4.2018.
- 14) Vojtová J., 2008: Ekologická daňová reforma. Diplomová práce, ekonomicko-správní fakulta Masarykovy univerzity, 2009. Online: <https://is.muni.cz/> - Vystaveno: 2008, Staženo: 5.4.2018.
- 15) IRZ, 2006: Informace o látkách ohlašovaných do IRZ. MŽP, 7/2006. Online: <http://www.irz.cz/node/20> - Staženo: 20.4.2018
- 16) MŽP, 2018: Environmentální politika a nástroje. Online: <http://www.mzp.cz> - Staženo: 18.4.2018

Seznam příloh

Příloha 1 Část předaných provozních dat Litovelská cukrovarna a.s.....	34
Příloha 2 Tabulka 1, Tabulka 2	35
Příloha 3 Tabulka 3.....	40
Příloha 4 Tabulka 4.....	42
Příloha 5 Tabulka 5, Tabulka 6	44
Příloha 6 Tabulka 7.....	49
Příloha 7 Tabulka 8.....	51
Příloha 8 Zkušební provoz - Tabulka 9	53

Seznam obrázků

Obrázek 1 Blokové schéma surovárny.....	1
Obrázek 2 Blokové schéma výroby surovárny	3
Obrázek 3 Produkty a odpady surovárny	3
Obrázek 4 Složení bulvy cukrové řepy.....	4
Obrázek 5 Speciální cukrovarnické veličiny	4
Obrázek 6 Bilanční schéma CaCO ₃ v procesu epurace	7
Obrázek 7 Epurace surové cukerní šťávy	8
Obrázek 8 Změny cukerní šťávy v průběhu epurace.....	12
Obrázek 9 Schéma epurace s jednotkou regenerace	14
Obrázek 10 Struktura saturačního kalu	15
Obrázek 11 Schéma jednotky regenerace uhličitanu vápenatého.....	16
Obrázek 12 Bilanční schéma jednotky regenerace v procesu epurace	16

Seznam tabulek

Tabulka 1 Popis zobrazených hodnot Litovelská cukrovarna a.s.	19
Tabulka 2 Popis zobrazených hodnot REGE	20
Tabulka 3 Popis zobrazených hodnot REGE vápno.....	21
Tabulka 4.....	21
Tabulka 5 Popis zobrazených hodnot Výsledky kampaně ČR.....	23
Tabulka 6 Popis zobrazených hodnot REGE vápno ČR.....	24
Tabulka 7 Popis zobrazených hodnot ČR kampaň.....	25
Tabulka 8.....	25
Tabulka 9.....	26
Tabulka 10 Vyhodnocení Litovelská cukrovarna a.s. 2012 – 2016.....	26
Tabulka 11 Celková úspora kampaň 2012- 2016 Česká republika.....	27
Tabulka 12 Celková úspora kampaň 2013 – 2016 v ČR	27
Tabulka 13 Vyhodnocení Zkušební provozu	27

Příloha 1 Část předaných provozních dat Litovelská cukrovarna a.s.

Datum	Den	Zpracování řepy		Digesce denní	Spotřeba vápence		Spotřeba koksu	
		za den	od počátku		za den	od počátku	za den	od počátku
2014	kampaně							
29.9								
30.9					194,252	194,252	13,685	13,685
1.10					48,5	242,752	4,903	18,588
2.10					41	283,752	4,082	22,67
3.10	1	1017	1017	16,18	50,1	333,852	4,999	27,669
4.10	2	1203	2220	16,18	50,1	383,952	4,965	32,634
5.10	3	1965	4185	15,85	67,2	451,152	6,709	39,343
6.10	4	2 201	6386	16,39	62	513,152	6,267	45,61
7.10	5	2190	8576	16,32	58,4	571,552	5,527	51,137
8.10	6	2255	10831	15,63	53,2	624,752	5,048	56,185
9.10	7	2194	13025	15,55	56,2	680,952	6,342	62,527
10.10	8	2150	15175	15,73	55,5	736,452	5,222	67,749
11.10	9	2146	17321	14,22	57,7	794,152	5,534	73,283
12.10	10	2187	19508	14,12	70	864,152	6,631	79,914
13.10	11	2 287	21795	14,63	67,8	931,952	6,436	86,35
14.10	12	2274	24069	14,56	59,7	991,652	5,541	91,891
15.10	13	2271	26340	16,19	56,8	1048,452	5,181	97,072
16.10	14	2273	28613	16,44	59,5	1107,952	5,522	102,594
17.10	15	2246	30859	15,00	61,2	1169,152	5,601	108,195
18.10	16	2269	33128	14,90	59,8	1228,952	5,561	113,756
19.10	17	2227	35355	15,04	64,3	1293,252	5,908	119,664
20.10	18	2210	37565	16,69	59,8	1353,052	5,533	125,197
21.10	19	2124	39689	15,57	62,2	1415,252	5,63	130,827

Příloha 2 Tabulka 1, Tabulka 2

Litovelská cukrovarna a.s.
Provozní údaje

Kampaň 2012-2013

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	265 588	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	7 069	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	2,66	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	3 382	t
		%
Vápno - spotřebované množství	1,27	ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	651	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,25	ř.
Výpočet		
		%
Přídavek vápna k epuraci	0,97	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	2 585	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	34	t
Produkce CO2 z koku	1 909	t
Celková produkce CO2	1 943	t

Výpočet úspory množství emisí CO2, vápence a koku s předpokládaným využitím regenerace uhličitanu vápenatého v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	265 588	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	4 878	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	1,84	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	2 368	t
		%
Vápno - spotřebované množství	0,89	% ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	449	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,17	% ř.
Výpočet		
		%
Přídavek vápna k epuraci	0,59	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	1 571	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	21	t
Produkce CO2 z koku	1 317	t
Celková produkce CO2	1 338	t

Litovelská cukrovarna a.s.
Provozní údaje

Kampaň 2013-2014

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	237 976	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	7 039	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	2,96	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	3 368	t
		%
Vápno - spotřebované množství	1,42	ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	666,20	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,28	ř.
		%
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	1,12	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	2 654	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	35	t
Produkce CO2 z koksu	1 954	t
Celková produkce CO2	1 989	t

Výpočet úspory množství emisí CO2, vápence a koksu s předpokládaným využitím regenerace uhličitanu vápenatého v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	237 976	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	4 598	t
		% ř.
Vápenec - spotřebované množství	1,93	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	2 232	t
		% ř.
Vápno - spotřebované množství	0,94	% ř.
		% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	435	t
		% ř.
Koks pro vápenku - množství	0,18	% ř.
		% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	0,64	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	1 518	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	20	t
Produkce CO2 z koksu	1 276	t
Celková produkce CO2	1 296	t

Litovelská cukrovarna a.s.
Provozní údaje

Kampaň 2014-2015

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	284 292	t
SPOTŘEBA POMOČNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	8 349	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	2,94	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	3 995	t
		%
Vápno - spotřebované množství	1,41	ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	984,80	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,35	ř.
Výpočet		
		%
Přídavek vápna k epuraci	1,11	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	3 142	t
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	41	t
Produkce CO ₂ z koku	2 889	t
Celková produkce CO ₂	2 930	t

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koku s předpokládaným využitím regenerace uhličitanu vápenatého v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	284 292	t
SPOTŘEBA POMOČNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	5 433	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	1,91	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	2 638	t
		%
Vápno - spotřebované množství	0,93	% ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	641	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,23	% ř.
Výpočet		
		%
Přídavek vápna k epuraci	0,63	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	1 785	t
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	24	t
Produkce CO ₂ z koku	1 880	t
Celková produkce CO ₂	1 903	t

Litovelská cukrovarna a.s.
Provozní údaje

Kampaň 2015-2016

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	209 190	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	6 282	t
Vápenec - spotřebované množství	3,00	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	3 006	t
Vápno - spotřebované množství	1,44	% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	550,90	t
Koks pro vápenku - množství	0,26	% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	1,14	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	2 378	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	31	t
Produkce CO2 z koku	1 616	t
Celková produkce CO2	1 647	t

Výpočet úspory množství emisí CO2, vápence a koku s předpokládaným využitím regenerace uhličitanu vápenatého v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	209 190	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	4 633	t
Vápenec - spotřebované množství	2,21	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	2 249	t
Vápno - spotřebované množství	1,08	% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	406	t
Koks pro vápenku - množství	0,19	% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	0,78	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	1 621	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	21	t
Produkce CO2 z koku	1 192	t
Celková produkce CO2	1 213	t

Litovelská cukrovarna a.s.
Provozní údaje

Kampaň 2016-2017

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	249 600	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	7 488	t
Vápenec - spotřebované množství	3,00	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	3 583	t
Vápno - spotřebované množství	1,44	% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	595,00	t
Koks pro vápenku - množství	0,24	% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	1,14	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	2 834	t
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	37	t
Produkce CO ₂ z koku	1 745	t
Celková produkce CO ₂	1 783	t

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a koku s předpokládaným využitím regenerace uhličitanu vápenatého v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	249 600	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	4 859	t
Vápenec - spotřebované množství	1,95	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	2 359	t
Vápno - spotřebované množství	0,95	% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	386	t
Koks pro vápenku - množství	0,15	% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	0,65	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	1 610	t
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	21	t
Produkce CO ₂ z koku	1 133	t
Celková produkce CO ₂	1 154	t

Příloha 3 Tabulka 3

Litovelská cukrovarna a.s.

REGENERACE - Výpočet přídatku vápna % ř. k epuraci

Kampaň 2012-2013

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE			
Digesce - průměrná		16,29	%
Surová šťáva - množství (odtah)			% ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	14,79	%
Surová šťáva - polarizace	P	13,61	%
Surová šťáva - čistota	Q	92,00	%
Obsah necukrů	N	1,18	%
Přídavek vápna k epuraci		0,97	% ř.
CaO/Nc		82	%
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,59	% ř.

Kampaň 2013-2014

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE			
Digesce - průměrná		16,51	%
Surová šťáva - množství (odtah)			% ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	15,01	%
Surová šťáva - polarizace	P	13,73	%
Surová šťáva - čistota	Q	91,50	%
Obsah necukrů	N	1,28	%
Přídavek vápna k epuraci		1,12	% ř.
CaO/Nc		88	%
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,64	% ř.

Kampaň 2014-2015

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE			
Digesce - průměrná		15,45	%
Surová šťáva - množství (odtah)			% ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	13,95	%
Surová šťáva - polarizace	P	12,69	%
Surová šťáva - čistota	Q	91,00	%
Obsah necukrů	N	1,26	%
Přídavek vápna k epuraci		1,11	% ř.
CaO/Nc		88	%
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,63	% ř.

Kampaň 2015-2016

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE			
Surová šťáva - množství (odtah)			% ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	18,04	%
Surová šťáva - polarizace	P	16,49	%
Surová šťáva - čistota	Q	91,41	%
Obsah necukrů	N	1,55	%
Přídavek vápna k epuraci		1,14	% ř.
CaO/Nc		74	%
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,78	% ř.

Kampaň 2016-2017

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE			
Surová šťáva - množství (odtah)			% ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	17,51	%
Surová šťáva - polarizace	P	16,22	%
Surová šťáva - čistota	Q	92,63	%
Obsah necukrů	N	1,29	%
Přídavek vápna k epuraci		1,14	% ř.
CaO/Nc		88	%
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,65	% ř.

Příloha 4 Tabulka 4

Rekapitulace výsledků, výpočet úspory emisí CO₂, vápence a koku instalcí stanice regenerace uhlíčitanu vápenatého v cukrovaru Litovelská cukrovarna a.s.

	BEZ REGENERACE	REGENERACE	úspora (t)		Úspora % vztažená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Kampaň 2012-2013						
Produkce emisí CO ₂ (t)	1 943	1 338	605	t	31,14%	0,23
Vápenec- spotřeba (t)	7 069	4 878	2 191	t	30,99%	0,82
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	651	449	202	t	30,99%	0,08
Kampaň 2013-2014						
Produkce emisí CO ₂ (t)	1 989	1 296	693	t	34,82%	0,29
Vápenec- spotřeba (t)	7 039	4 598	2 441	t	34,68%	1,03
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	666	435	231	t	34,68%	0,10
Kampaň 2014-2015						
Produkce emisí CO ₂ (t)	2 930	1 903	1 027	t	35,04%	0,36
Vápenec- spotřeba (t)	8 349	5 433	2 916	t	34,93%	1,03
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	985	641	344	t	34,93%	0,12
Kampaň 2015-2016						
Produkce emisí CO ₂ (t)	1 647	1 213	434	t	26,36%	0,21
Vápenec- spotřeba (t)	6 282	4 633	1 649	t	26,26%	0,79
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	551	406	145	t	26,26%	0,07
Kampaň 2016-2017						
Produkce emisí CO ₂ (t)	1 783	1 154	629	t	35,28%	0,25
Vápenec- spotřeba (t)	7 488	4 859	2 629	t	35,11%	1,05
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	595	386	209	t	35,11%	0,08

Celková úspora v kampaních 2012-2016 - kumulace

Úspora % vztažená na chod
bez regenerace

Úspora % na t
zpracované řepy

Produkce emisí CO ₂ (t)	10 293	6 905	3 388 t	32,91%	0,27
Vápenec- spotřeba (t)	36 227	24 401	11 826 t	32,65%	0,94
Koks pro vápenku - spotřeba (t)	3 448	2 317	1 130 t	32,78%	0,09

Listy Cukrovarnické a Řepařské
Výsledky kampaně

Kampaň 2012-2013

ZÁKLADNÍ UKAZATELE			
Zpracovaná cukrová řepa	3 474 009	t	3 474 009 t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT			
Vápenec- spotřeba	90 562	t	96 365 t
		%	%
Vápenec - spotřebované množství	2,38	ř.	2,77 ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	46 779	t	46 779 t
		%	%
Vápno - spotřebované množství	1,25	ř.	1,25 ř.
		%	%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,15	ř.	0,15 ř.
SPOTŘEBA ENERGIE			
Koks pro vápenku - spotřeba	7 171	t	7 171 t
		%	%
Koks pro vápenku - množství	0,20	ř.	0,20 ř.
		%	%
Výpočet		%	%
Přídavek vápna k epuraci	1,10	ř.	1,10 ř.
Vápno spotřebované k epuraci	38 214		38 214
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	504	t	504 t
Produkce CO ₂ z koksu	21 035	t	21 035 t
Celková produkce CO ₂	21 539	t	21 539 t

Výpočet úspory množství emisí CO₂, vápence a
koksu s předpokládaným využitím regenerace
uhlíčitanu vápenatého v procesu epurace

Kampaň 2012-2013

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	3 474 009	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	89 456	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	2,58	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	43 425	t
		%
Vápno - spotřebované množství	1,25	ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,15	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	7 083	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,20	ř.
		%
Výpočet		%
Přídavek vápna k epuraci	1,10	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	38 214	
Produkce CO ₂ z CaCO ₃ (3%)	504	t
Produkce CO ₂ z koksu	20 778	t
Celková produkce CO ₂	21 282	t

Kampaň 2013-2014

ZÁKLADNÍ UKAZATELE			
Zpracovaná cukrová řepa	4 039 556	t	4 039 556 t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT			
Vápenec- spotřeba	86 010	t	88 833 t
		%	%
Vápenec - spotřebované množství	2,50	ř.	2,20 ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	43 123	t	43 123 t
		%	%
Vápno - spotřebované množství	1,30	ř.	1,30 ř.
		%	%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,24	ř.	0,24 ř.
SPOTŘEBA ENERGIE			
Koks pro vápenku - spotřeba	6 958	t	8 281 t
		%	%
Koks pro vápenku - množství	0,21	ř.	0,21 ř.
		%	%
Výpočet		%	%
Přídavek vápna k epuraci	1,06	ř.	1,06 ř.
Vápno spotřebované k epuraci	42 819	t	42 819 t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	565	t	565 t
Produkce CO2 z koksu	20 410	t	24 291 t
Celková produkce CO2	20 975	t	24 856 t

Kampaň 2013-2014

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	4 039 556	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	76 974	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	1,91	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	37 366	t
		%
Vápno - spotřebované množství	0,93	ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,24	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	6 227	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,15	ř.
		%
Výpočet		%
Přídavek vápna k epuraci	0,69	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	27 671	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	365	t
Produkce CO2 z koksu	18 266	t
Celková produkce CO2	18 631	t

Kampaň 2014-2015

ZÁKLADNÍ UKAZATELE			
Zpracovaná cukrová řepa	4 200 019	t	4 200 019 t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT			
Vápenec- spotřeba	89 327	t	101 502 t
		%	%
Vápenec - spotřebované množství	2,41	ř.	2,42 ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	49 273	t	49 273 t
		%	%
Vápno - spotřebované množství	1,41	ř.	1,41 ř.
		%	%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,31	ř.	0,31 ř.
SPOTŘEBA ENERGIE			
Koks pro vápenku - spotřeba	7 276	t	8 778 t
		%	%
Koks pro vápenku - množství	0,21	ř.	0,21 ř.
		%	%
Výpočet			
		%	%
Přídavek vápna k epuraci	1,10	ř.	1,10 ř.
Vápno spotřebované k epuraci	46 200	t	46 200 t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	610	t	610 t
Produkce CO2 z koksu	21 343	t	25 749 t
Celková produkce CO2	21 953	t	26 359 t

Kampaň 2014-2015

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	4 200 019	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	86 953	t
		%
Vápenec - spotřebované množství	2,07	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	42 210	t
		%
Vápno - spotřebované množství	1,01	ř.
		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,31	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	7 083	t
		%
Koks pro vápenku - množství	0,17	ř.
		%
Výpočet		
		%
Přídavek vápna k epuraci	0,69	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	29 190	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	385	t
Produkce CO2 z koksu	20 776	t
Celková produkce CO2	21 161	t

Kampaň 2015-2016

ZÁKLADNÍ UKAZATELE				
Zpracovaná cukrová řepa	3 029 188	t	3 029 188	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT				
Vápenec- spotřeba	73 408	t	73 609	t
		%		%
Vápenec - spotřebované množství	2,43	ř.	2,43	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	32 054	t	35 733	t
		%		%
Vápno - spotřebované množství	1,40	ř.	1,18	ř.
		%		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	ř.	0,30	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE				
Koks pro vápenku - spotřeba	5 749	t	6 119	t
		%		%
Koks pro vápenku - množství	0,20	ř.	0,20	ř.
		%		%
Výpočet				
		%		%
Přídavek vápna k epuraci	1,10	ř.	0,88	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	33 321		26 645	
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	440	t	352	t
Produkce CO2 z koksu	16 864	t	17 949	t
Celková produkce CO2	17 304	t	18 301	t

Kampaň 2015-2016

ZÁKLADNÍ UKAZATELE				
Zpracovaná cukrová řepa	3 029 188	t		
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT				
Vápenec- spotřeba	62 713	t		
		%		%
Vápenec - spotřebované množství	2,07	ř.		
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	30 443	t		
		%		%
Vápno - spotřebované množství	1,01	ř.		
		%		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,30	ř.		
SPOTŘEBA ENERGIE				
Koks pro vápenku - spotřeba	4 911	t		
		%		%
Koks pro vápenku - množství	0,16	ř.		
		%		%
Výpočet				
		%		%
Přídavek vápna k epuraci	0,71	ř.		
Vápno spotřebované k epuraci	21 356			
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	282	t		
Produkce CO2 z koksu	14 407	t		
Celková produkce CO2	14 689	t		

Kampaň 2016-2017

ZÁKLADNÍ UKAZATELE				
Zpracovaná cukrová řepa	4 329 068	t	4 329 068	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT				
Vápenec- spotřeba	90 581	t	90 581	t
		%		%
Vápenec - spotřebované množství	2,38	ř.	2,09	ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	26 593	t	43 971	t
		%		%
Vápno - spotřebované množství	1,36	ř.	1,02	ř.
		%		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,13	ř.	0,13	ř.
SPOTŘEBA ENERGIE				
Koks pro vápenku - spotřeba	7 092	t	8 139	t
		%		%
Koks pro vápenku - množství	0,19	ř.	0,19	ř.
		%		%
Výpočet				
		%		%
Přídavek vápna k epuraci	1,23	ř.	0,89	ř.
Vápno spotřebované k epuraci	53 248	t	38 344	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	703	t	506	t
Produkce CO2 z koksu	20 803	t	23 873	t
Celková produkce CO2	21 506	t	24 380	t

Kampaň 2016-2017

ZÁKLADNÍ UKAZATELE				
Zpracovaná cukrová řepa	4 329 068	t		
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT				
Vápenec- spotřeba	70 897	t		
		%		%
Vápenec - spotřebované množství	1,64	ř.		
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	34 416	t		
		%		%
Vápno - spotřebované množství	0,80	ř.		
		%		%
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,13	ř.		
SPOTŘEBA ENERGIE				
Koks pro vápenku - spotřeba	5 551	t		
		%		%
Koks pro vápenku - množství	0,13	ř.		
		%		%
Výpočet				
		%		%
Přídavek vápna k epuraci	0,67	ř.		
Vápno spotřebované k epuraci	28 788	t		
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	380	t		
Produkce CO2 z koksu	16 283	t		
Celková produkce CO2	16 663	t		

Se souhlasem pana Ing. Jaroslava Geblera byly červeně označené hodnoty revidovány výpočtem.

Příloha 6 Tabulka 7

Listy Cukrovarnické a Řepařské
Zpráva o cukrovarnické kampani v České republice

Kampaň 2012-2013

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE		
Surová šťáva - množství (odtah)		110,50 % ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	17,47 %
Surová šťáva - polarizace	P	15,27 %
Surová šťáva - čistota	Q	91,71 %
Obsah necukrů	N	2,20 %
Přídavek vápna k epuraci		1,10 % ř.
Výpočet % podílu vápna k epuraci / necukrum		50 %
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		1,10 % ř.

Kampaň 2013-2014

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE		
Surová šťáva - množství (odtah)		107,70 % ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	16,97 %
Surová šťáva - polarizace	P	15,60 %
Surová šťáva - čistota	Q	91,94 %
Obsah necukrů	N	1,37 %
Přídavek vápna k epuraci		1,05 % ř.
Výpočet % podílu vápna k epuraci / necukrum		77 %
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,69 % ř.

Kampaň 2014-2015

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE		
Surová šťáva - množství (odtah)		108,50 % ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	15,95 %
Surová šťáva - polarizace	P	14,56 %
Surová šťáva - čistota	Q	91,19 %
Obsah necukrů	N	1,39 %
Přídavek vápna k epuraci		1,03 % ř.
Výpočet % podílu vápna k epuraci / necukrum		74 %
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,69 % ř.

Kampaň 2015-2016

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE		
Surová šťáva - množství (odtah)		109,04 % ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	17,57 %
Surová šťáva - polarizace	P	16,16 %
Surová šťáva - čistota	Q	91,95 %
Obsah necukrů	N	1,41 %
Přídavek vápna k epuraci		1,04 % ř.
Výpočet % podílu vápna k epuraci / necukrum		74 %
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,71 % ř.

Kampaň 2016-2017

LABORATORNÍ A TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE			
Surová šťáva - množství (odtah)		110,49	% ř.
Surová šťáva - sacharizace	S	17,03	%
Surová šťáva - polarizace	P	15,70	%
Surová šťáva - čistota	Q	92,21	%
Obsah necukrů	N	1,33	%
Přídavek vápna k epuraci		1,08	% ř.
Výpočet % podílu vápna k epuraci / necukrum		81	%
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,67	% ř.

Rekapitulace výsledků a výpočet úspory emisí CO₂, vápence a koku instalací stanice regenerace uhličitánu vápenatého v ČR

	BEZ REGENERACE	REGENERACE	úspora (t)	Úspora % vztažená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Kampaň 2012-2013	bez rege	s rege	úspora		
Celková produkce CO ₂	21 539	21 282	257 t	1,19%	0,01
Vápenec- spotřeba	96 365	89 456	6 909 t	7,17%	0,2
Koks pro vápenku - spotřeba	7 171	7 083	88 t	1,22%	0

Kampaň 2013-2014

Celková produkce CO ₂	24 856	18 631	6 225 t	25,05%	0,15
Vápenec- spotřeba	88 833	76 974	11 860 t	13,35%	0,29
Koks pro vápenku - spotřeba	8 281	6 227	2 054 t	24,80%	0,05

Kampaň 2014-2015

Celková produkce CO ₂	26 359	21 161	5 198 t	19,72%	0,12
Vápenec- spotřeba	101 502	86 953	14 549 t	14,33%	0,35
Koks pro vápenku - spotřeba	8 778	7 083	1 695 t	19,31%	0,04

Kampaň 2015-2016

Celková produkce CO ₂	18 301	14 689	3 612 t	19,74%	0,12
Vápenec- spotřeba	73 609	62 713	10 896 t	14,80%	0,36
Koks pro vápenku - spotřeba	6 119	4 911	1 208 t	19,73%	0,04

Kampaň 2016-2017

Celková produkce CO ₂	24 380	16 663	7 717 t	31,65%	0,08
Vápenec- spotřeba	90 581	70 897	19 684 t	21,73%	0,25
Koks pro vápenku - spotřeba	8 139	5 551	2 588 t	31,80%	0,03

Celková úspora v kampaních 2012-2016	BEZ REGENERACE	REGENERACE	úspora (t)		Úspora % vztažená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Celková produkce CO2	115435	92426	23009	t	19,93%	0,1
Vápenec- spotřeba	450 891	386 993	63898	t	14,17%	0,29
Koks pro vápenku - spotřeba	38 488	30 855	7 632	t	19,83%	0,03

Litovelská cukrovarna a.s.

Provozní údaje

Kampaň 2017 - 2018

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	260 769	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	6 339	t
Vápenec - spotřebované množství	2,43	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	3 077	t
Vápno - spotřebované množství	1,18	% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,00	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	634	t
Koks pro vápenku - množství	0,24	% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	1,18	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	3 077	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	41	t
Produkce CO2 z koksu	1 859	t
Celková produkce CO2	1 900	t

ZKUŠEBNÍ PROVOZ REGENERAČNÍ JEDNOTKY

Výpočet úspory množství emisí CO2, vápence a koksu v procesu epurace

ZÁKLADNÍ UKAZATELE		
Zpracovaná cukrová řepa	260 769	t
SPOTŘEBA POMOCNÝCH HMOT		
Vápenec- spotřeba	3 760	t
Vápenec - spotřebované množství	1,44	% ř.
Spotřeba vápna - celkem hmotnost	1 825	t
Vápno - spotřebované množství	0,70	% ř.
Vápno - spotřebované mimo epuraci	0,00	% ř.
SPOTŘEBA ENERGIE		
Koks pro vápenku - spotřeba	376	t
Koks pro vápenku - množství	0,14	% ř.
Výpočet		
Přídavek vápna k epuraci	0,70	% ř.
Vápno spotřebované k epuraci	1 825	t
Produkce CO2 z CaCO3 (3%)	24	t
Produkce CO2 z koksu	1 103	t
Celková produkce CO2	1 127	t

Hodnoty zkušebního provozu
REGENERACE

Litovelská cukrovarna a.s.

Provozní údaje

ZPRACOVANÉ UKAZATELE FUNKCE REGENERACE

Kampaň 2017-2018

Obsah necukrů	N	1,40	%	
Přídavek vápna k epuraci		1,18	% ř.	vážený průměr z provozních dat
CaO/Nc %		84,88	%	% podílu vápna k epuraci / necukrum
REGENERACE přídavek vápna k epuraci		0,70	% ř.	vážený průměr z provozních dat
REGEERACE CaO/Nc %		47,63	%	garantovaný přídavek CaO max. 50%

Rekapitulace výsledků zkušebního provozu regenerace uhličitánu vápenatého v cukrovaru Litovelská cukrovarna a.s.

	BEZ REGENERACE	REGENERACE	úspora (t)		Úspora % vztahená na chod bez regenerace	úspora % na t zpracované řepy
Celková produkce CO2	1 900	1 127	773	t	40,68%	0,30
Vápenec- spotřeba	6 339	3 760	2 578	t	40,68%	0,99
Koks pro vápenku - spotřeba	634	376	258	t	40,68%	0,10