

METODY SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI SKLADOVÁNÍ BRAMBOR METHODS SINKING ENERGY COSTINGNESS STORAGE OF POTATO

V. Mayer, D. Vejchar, L. Pastorková
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

Abstract

In contribution are described results monitoring consumption especially seat power control energy and fuelling on storage potato. Attention was devoted namely recognition and measurement energy exacting quarters and technological bundle in existing operating machine technological lines, deliver from warehouse, market adjustment and consumption seat power control energy on maintenance correct storage climate stores potato in existing stores agricultural companies. On the basis measurement were to be given standard and designed methodical recommendation susceptible sinking consumption energy on storage off basic industries.

Keywords: potatoes, storage, energy intensity, sinking consumption

ÚVOD

Největší nároky na energii ve skladech jsou spojeny s udržení správného klimatu vůči teplotám okolního prostředí. Existuje již množství tepelně izolačních produktů a materiálů, které zlepšují tepelné charakteristiky budov skladů. Některé z nich jsou však velmi nákladné, jako například tepelně izolující panely a jiné postupy zateplení. Jiné jsou však poměrně levné například využití těsnění uvnitř staveb, těsnění dveří, lepší těsnění vzduchových klapek apod. Existuje již značný počet nových materiálů včetně barev s nízkou emisivitou a reflexní krycí vrstvy a nátěry budov apod. Podle dosavadních našich záznamů a měření lze proto konstatovat, že jednou z hlavních příčin mnohdy zbytečně vysokých nákladů na energii při skladování představuje i netěsnost skladů a pronikání okolního vzduchu zejména při manipulacích a vyskladňování. Velký zájem je v zahraničí v posledních letech o instalaci slunečních kolektorů na střeších zemědělských budov i na skladech brambor. Velké, mírně šikmé střechy zemědělských budov, zejména skladů brambor a atraktivní evropská podpora ze zdrojů EU poskytují zvláštní investiční pobídku a umožňují snížit spotřebu elektřiny z vlastních zdrojů farmářů. Správná kontrola odběru elektřiny má také základní význam při zajišťování dobrých podmínek pro brambory s co nejnižšími náklady. Ve srovnání s mnoha jinými investicemi je začlenění kontrolních odběrných zařízení do stávajících skladů obvykle velmi levné. Dálkově ovládané zjišťování stavu, sledování teploty, vlhkosti na mnoha místech a schopnost stanovení správného provozu klimatizačního zařízení tak, aby bral v úvahu období levného odběru elektřiny, to vše umožní snížení spotřeby energie a nákladů na kontrolu spotřeby. V Anglii například společnost Redwood Refrigeration Ltd. poskytla údaje z měření 19 skladů, ve kterých byla prováděna sledování s použitím jejich systému

kontroly odběru elektřiny. Průměrná spotřeba energie na tunu skladovaných brambor ze všech těchto míst byla 57 kWh.t⁻¹ skladovaných brambor. Většina skladů, kde nebyla prováděna kontrola odběru, pokud jde o sazbu za odběr elektřiny, měla jen 25 % spotřeby v době levné noční sazby. Při aktivní regulaci tohoto odběru přesáhl odběr elektřiny v nočních hodinách 50 %. Z dosavadních měření spotřeby energie na skladování brambor, prováděných VÚZT, v.v.i., vyplývá ze srovnání s uvedenými dostupnými daty z EU, že se v našich podmínkách skladování sadby brambor pohybujeme spíše v horní polovině energetické náročnosti (50 až 80 kWh.t⁻¹) bez započtení spotřeby paliv. Spotřeba energie na skladování převážně konzumních brambor v boxovém skladu u nás odpovídá spíše nižším hodnotám průměru energetické spotřeby na skladování brambor v EU (20 až 30 kWh.t⁻¹) bez uvedení spotřeby PHM. Přes tyto vcelku dobré ukazatele je třeba a je možné spotřebu energie nadále různými metodami a technickými a technologickými inovacemi jak v oblasti řízení klimatu, tak i v úpravě technologických strojových linek a staveb snižovat.

MATERIÁL A METODY

V rámci našeho výzkumu byla soustředěna pozornost zejména na zjišťování a měření energeticky náročných míst a technologických uzlů ve stávajících strojních technologických linkách a při udržování správného klimatu skladů brambor ve skladech prvovýrobců. V těchto místech byla umístěna například podružná měřicí zařízení (třífázový elektroměr Finder 7E.46,8) odběru elektřiny a ve spolupráci s energetiky zemědělských podniků průběžně měsíčně sledovány odběry elektrické energie během skladovací sezóny na příkladu tab. 1. Během skladovací sezóny probíhalo i měření vnějších a

vnitřních fyzikálních veličin (například teplota, relativní vlhkost, množství oxidu uhličitého CO₂) ovlivňujících kvalitu a hygienickou nezávadnost produkce a životní prostředí při skladování. Pomocí záznamových měřicích zařízení pro měření teploty a vlhkosti - záznamníků Testo 174H a Testo 175H1 (Obr. 1) a přístroje na měření CO₂ - typ CM-100 (Obr. 2) byly měřeny a sledovány výše uvedené parametry. Měření CO₂ probíhalo cca 1 hod. s uzavřenými vraty skladovacího boxu i skladu. Byly provedeny i odběry

vzorků skladovaných hlíz na laboratorní rozbor kvality a hygienické nezávadnosti.

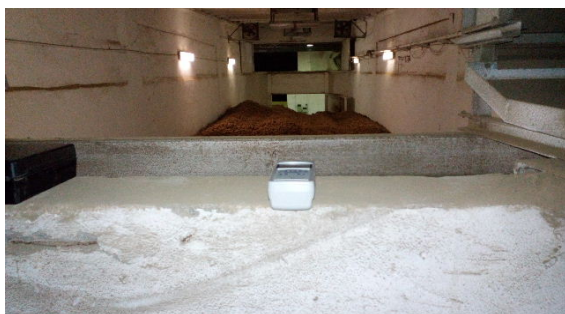
Na základě vyhodnocení měření lze zpracovat návrhy, technické požadavky a doporučení, která umožní snížení energetické náročnosti při skladování brambor v daných podnicích. Průběžně byly stanovovány limitní energetické požadavky a navrhovány inovace technologických prvků strojových technologických linek, návrhy případných tepelných úprav staveb i řízení mikroklimatu při skladování.

Tab. 1: Odběry elektrické energie během jednotlivých skladovacích sezón

| Název - Popis | Jednotka | sezóna 2014 - 2015 | sezóna 2013 - 2014 | sezóna 2012 - 2013 |
|--|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <i>září</i> | KWh/měs | 8020 | 8478 | 14352 |
| <i>říjen</i> | KWh/měs | 18579 | 9584 | 11083 |
| <i>listopad</i> | KWh/měs | 10098 | 9352 | 10908 |
| <i>prosinec</i> | KWh/měs | 11656 | 12205 | 10957 |
| <i>leden</i> | KWh/měs | 10533 | 10360 | 13637 |
| <i>únor</i> | KWh/měs | 10698 | 8752 | 11922 |
| <i>březen</i> | KWh/měs | 8836 | 7804 | 10175 |
| <i>duben</i> | KWh/měs | 8703 | 3936 | 7646 |
| <i>květen</i> | KWh/měs | 4152 | 3220 | 2870 |
| Odečet spotřeby elektrické energie skladu (naměřený podružným elměrem) - Celkem za skladovací sezónu | KWh/sez | 91275 | 73691 | 93550 |



Obr. 1: Měření teploty a vlhkosti záznamovým měřicím zařízením ve skladovacím boxu

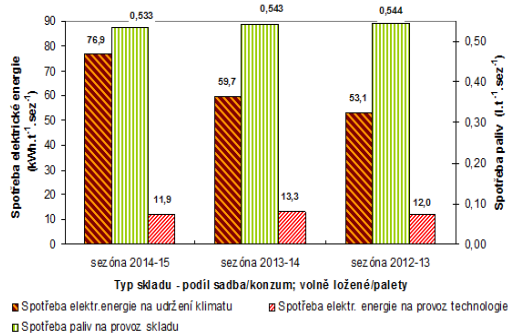


Obr. 2: Měření množství produkce oxidu uhličitého CO₂ ve skladovacím boxu

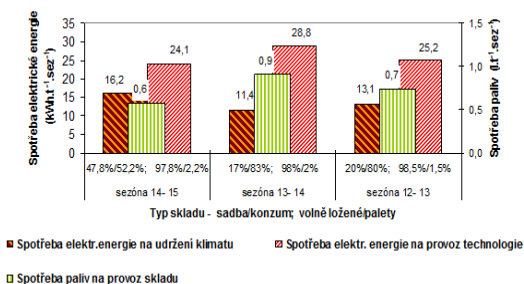
VÝSLEDKY

Náklady na pracovní operace skladování brambor se v poslední době zvyšují vlivem zvýšených nároků na kvalitu produkce bez používání chemických prostředků, která musí být k dispozici po celou skladovací dobu, což znamená u producentů zavedení dalších energeticky náročných pracovních operací. Více energie se nyní používá například při údržbě klimatu, na chlazení, praní, třídění a tržní balení než to bylo dříve. Dále se zvýšily náklady za ceny energií. Zvýšení nákladů je zvláště znatelné za poslední roky. Zvýšení nákladů na naftu a plyn mělo dopad i na náklady za elektřinu, protože se tato paliva ve značné míře podílí i na její výrobě.

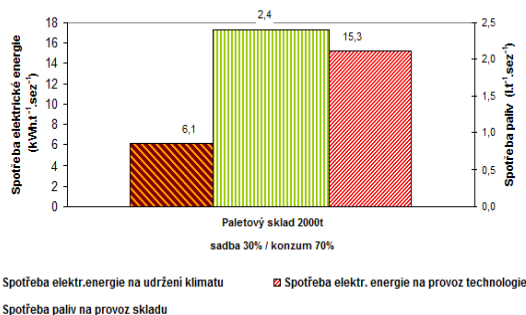
Z našich měření v zemědělských podnicích lze trend vyšší spotřeby energií vidět na následujících grafech. Na grafu G1 (Obr. 3) je znázorněna například energetická náročnost skladování sadbových brambor za poslední tři skladovací sezóny. Na grafu G2 (Obr. 4) je znázorněna energetická náročnost skladování převážně konzumních brambor v boxovém skladu. Na grafu G3 (Obr. 5) je znázorněna spotřeba energie v paletovém skladu. Na grafu G4 (Obr. 6) jsou znázorněny výsledky měření produkce kysličníku uhličitého (CO₂) ve skladovacím boxu skladu konzumních a sadbových brambor v různém skladovacím období.



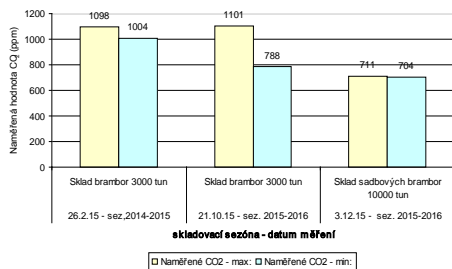
Obr. 3 - G1 Spotřeba energií v boxovém skladu sadby brambor na 10 000 t



Obr. 4 - G2 Spotřeba energií v boxovém skladu konzumních brambor na 3 000 t



Obr. 5 - G3 Spotřeba energií v paletovém skladu brambor na 2 000 t



Obr. 6 - G4 Produkce kyslíčnicku uhličitého (CO₂) v různém období skladování a kapacitě skladu.

DISKUZE VÝSLEDKŮ

V Z porovnání měření spotřeby energií v přepočtu na 1 tunu skladovaných brambor v jednotlivých typech skladů brambor lze vyhodnotit následující závěry. Z hlediska spotřeby elektrické energie na větrání a udržení klimatu byla zjištěna největší spotřeba (53 až 77 kWh.t⁻¹.sez⁻¹) při skladování sadby brambor v boxovém velkokapacitním skladu na 10 000 tun. Nižší spotřeba (13-16 kWh.t⁻¹.sez⁻¹) byla naměřena při skladování převážně konzumních brambor v boxovém skladu o kapacitě 3000 t. Je to dáno patrně dlouhodobým přesným udržováním klimatu při skladování sadby a větráním větších objemů prostor jednotlivých skladovacích boxů. Nejnižší spotřeba (cca 6 kWh.t⁻¹.sez⁻¹) byla naměřena u paletového skladu na 2000 t, kde se udržuje stabilní teplota v celém skladu integrovaným směšovacím větracím zařízením. Z porovnání spotřeb elektrické energie skladů na pohon provozních zařízení strojní technologie pro naskladnění a vyskladnění byla nejvyšší spotřeba (cca 24-29 kWh.t⁻¹.sez⁻¹) zjištěna v boxovém skladu konzumních brambor oproti srovnatelným spotřebám (12-13 kWh.t⁻¹.sez⁻¹) v boxovém velkokapacitním skladu sadby a paletovém skladu převážně konzumních brambor, kde spotřeba elektřiny na provozní technologie činila 15,3 kWh.t⁻¹.sez⁻¹. Je to dáno zejména častějším používáním vyskladňovacích technologických provozních zařízení (na třídění, přebírání, případně balení a tržní úpravu) při skladování převážně konzumních brambor v průběhu skladovací sezóny. Z porovnání spotřeby energie paliv (zejména nafty a plynu) na provoz skladů byla největší spotřeba zjištěna u paletového skladu (2,4 l.t⁻¹.sez⁻¹), u skladu konzumních brambor byla spotřeba paliv nižší a činila 0,6-0,9 l.t⁻¹.sez⁻¹. Nejnižší spotřeba paliv byla u skladu sadbových brambor cca 0,5 l.t⁻¹.sez⁻¹ skladovaných brambor. Je to dáno u paletových skladů patrně častější manipulací s paletami při naskladnění i vyskladnění pomocí vysokozdvizných vozíků a manipulačních zařízení poháněných naftou a plynem a například plněním a převozem pytlů a vaků u konzumních brambor oproti méně častým manipulacím u sadby brambor. Ventilace skladů musí odstraňovat polní i respirační teplo brambor a také průběžně eliminovat akumulaci respiračního CO₂ ze skladu. Z našich dosavadních prvotních měření koncentrace CO₂ (700 – 1100 ppm) nepřevyšovala hodnoty doporučené z hygienického hlediska (max.1500 ppm) při kolísavých skladovacích teplotách 5 – 10°C. Ověřením vlivu a vzájemného působení klimatických veličin (teploty a relativní vlhkosti, průběhu a koncentrace CO₂ i dalších plynů) na hlízy ve vnitřních skladovacích podmínkách i vnějších meteorologických podmínkách lze stanovit požadavky a navrhnout nové algoritmy procesoru

počítačového řízení mikroklimatu snižující energetickou náročnost větrání. Tato sledování však vyžadují dlouhodobější opakovaná měření a experimenty, tak aby mohla být využita v praxi.

ZÁVĚR

Požadavky a doporučení z hlediska snížení energetické náročnosti skladů.

Z dosavadních poznatků a měření vyplývá, že největší nároky na spotřebu elektrické energie ve skladech brambor jsou spojeny s udržením správného klimatu vůči teplotám okolního prostředí a provozem strojních linek pro naskladnění, vyskladnění a tržní úpravu brambor. Úspory energie musí obstarat zejména správně nastavené a udržované počítačové řízení klimatu především na udržení správné skladovací teploty. Pro další energetické úspory v této oblasti existuje již množství tepelně izolačních produktů, které zlepšují tepelné charakteristiky budov skladů. Některé z nich jsou však velmi nákladné, jako například tepelně izolující panely nebo nástříky. Jiné jsou však poměrně levné (např. využití těsnění uvnitř staveb, těsnění dveří a jejich zavírání, těsnění vzduchových klapek apod.). Existuje již také značný počet nových produktů včetně barev s nízkou emisivitou a reflexní krycí vrstvy a nátěry budov skladů apod. Podle našich dosavadních záznamů a měření lze proto konstatovat, že jednou z hlavních příčin mnohdy zbytečně vysokých nákladů na energii při skladování představuje i netěsnost skladů, nedostatečné uzavírání dveří skladů a jednotlivých boxů, klapek a tím pronikání okolního vzduchu zejména při manipulacích a vyskladňování. Kontrola odběru elektřiny a její regulace pomocí podružných měřidel je možná a důležitá hlavně pro využití levných nočních tarifů. Ke snížení spotřeby elektřiny na provoz může přispět zejména správné řízení a využití měničů frekvence nebo výměna za EC motory pohonných elektromotorů strojních dopravních a dalších zařízení skladů, které mohou snížit radikálně spotřebu elektrické energie strojních prvků pro technologie

Abstrakt:

V příspěvku jsou popsány výsledky sledování spotřeby zejména elektrické energie a paliv při skladování brambor. Pozornost byla věnována především zjišťování a měření energeticky náročných míst a technologických uzlů ve stávajících provozních strojových technologických linkách naskladňování, vyskladnění, tržní úpravy a spotřeby elektrické energie na udržování správného skladovacího klimatu a spotřeby paliv na provoz skladů ve stávajících skladech brambor zemědělských podniků. Na základě měření byly stanoveny požadavky a jsou navržena doporučení umožňující snížení spotřeby energie na skladování u zemědělských prvovýrobců.

Klíčová slova: brambory, skladování, energetická náročnost, snížení spotřeby.

naskladnění a vyskladnění. K úspoře spotřeby paliv na provoz zejména paletových skladů lze využívat lepší organizaci prací při naskladnění a vyskladnění palet, tak i pomocí automatizovaných základacích systémů, které jsou však více investičně nákladné. K úspoře paliv může přispět i přechod na elektricky ovládané vozíky a manipulátory ve skladech brambor, které jsou doporučeny i z hlediska hygienických pracovních i skladovacích podmínek. Také nové algoritmy procesorů počítačového řízení mikroklimatu zahrnující více měřených fyzikálních činitelů mohou snížit energetickou náročnost větrání a udržování klimatu ve skladech.

POZNÁMKA

Údaje a materiály v příspěvku byly získány v rámci řešení interního projektu rozvoje RO0614 VÚZT č.ú. 5101 - Prostředky snížení energetické náročnosti skladování brambor.

LITERATURA

- SCHUHMAN, P., K. GOTTSCHALK et al. Lagerung und Klimatisierung von Kartoffeln. AGRIMEDIA Verlag. 2012, 272 p. ISBN 978-3-86263-064-6
- CUNNINGTON A., SAUNDERS S., BRIDGE S. CSR, SWAIN J., COE O., Farm Energy Centre. Improving efficiency of potato store operation in Great Britain, AHDB Potato Council research project R439 and Storage 2020 knowledge transfer campaign, United Kingdom, adrian.cunnington@potato.ahdb.org.uk
- KNEESHAW A., FEC Services Ltd Energy status report: GB potato storage, Compiled for the British Potato Council, September 2006.
- DE BRUIJNE M., Agro crop farm, Solar panels on the potato storehouse is an excellent investment, Potato World 2015 – number 1, Cultivation and Technology.

Kontaktní adresa:

Ing. Václav Mayer, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.

Drnovská 507

161 01 Praha 6 – Ruzyně

e-mail: vaclav.mayer@vuzt.cz

tel: +420 233 022 335