

HOxyGas

ZPRÁVA

ČERVEN 2012 – LEDEN 2017

S příspěvkem z finančního nástroje LIFE Evropského společenství.

Titul dokumentu:	Zpráva pro laickou veřejnost
Činnost:	D3
Datum zprávy:	31/01/2017
Vypracoval:	AGC R&D
Bezpečnostní úroveň:	Veřejný dokument
Počet stran:	10

Kontakt: Jiří Jangl (Jiri.jangl@agc.com)

Webová stránka projektu: <http://www.agc-hoxygas.eu/>

Poděkování

Toto zpráva byla vypracována v rámci spolufinancování z Evropského finančního nástroje pro životní prostředí (LIFE+) během implementace projektu *Ověření inovativního zpracování automobilového skla: spalování s využitím horkého kyslíku a horkého zemního plynu „HOxyGas“* (LIFE11 ENV/CZ/000488). Tým HOxyGas chce touto cestou vyjádřit poděkování Evropskému finančnímu nástroji pro životní prostředí (LIFE+) za finanční podporu.

Obsah

Obsah.....	2
Krátké shrnutí	2
1. Úvod.....	3
<i>Ekologická výzva.....</i>	3
<i>Projekt HOxyGas: Cíle a očekávané výsledky</i>	4
<i>Partneři projektu.....</i>	5
2. Inovativní technologie tavení navrhovaná projektem HOxyGas.....	6
1. <i>průmyslová aplikace: hybridní spalování (těžký topný olej + zemní plyn (NG))</i>	7
<i>Specifické dodatečné výzvy adresované projektem HOxyGas.....</i>	7
3. Hlavní činnosti a úspěchy projektu.....	8
<i>Fáze návrhu a realizace.....</i>	8
<i>Fáze temperování, uvedení do provozu a provoz.....</i>	8
4. Dlouhodobé přínosy projektu a následující kroky.....	9
<i>Ekologické přínosy.....</i>	9
<i>Ekonomické přínosy.....</i>	9
<i>Další kroky: Opakovatelnost a přenositelnost.....</i>	9

Krátké shrnutí

Projekt HOxyGas, spolufinancovaný z programu EU LIFE+, byl zahájen v červnu 2012 společností AGC Flat Glass Czech a.s. (CZ) a AGC Glass Europe SA (BE). Cílem projektu HOxyGas bylo vyrobit zbarvené ploché automobilové sklo v peci vybavené inovativní technologií spalování s využitím horkého kyslíku (O₂) (s teplotou až 550 °C) a horkého zemního plynu (NG) (s teplotou až 450 °C) pro spalování. Projekt zahrnoval technické řešení, konstrukci, prokázání a ověření této technologie. Cílem bylo demonstrovat zralost a plný potenciál technologie spalování s využitím horkého kyslíku.

Je třeba poznamenat, že aktuální systémy společnosti AGC využívající spalování s využitím horkého kyslíku nejsou kompatibilní se 100 % použitím zemního plynu (NG). V porovnání s technologií spalování 100% plyn-vzduch (nejmodernější technologie, je navrhovaná technologie zaměřená na pece pro zvýšení energetické efektivity o 19,7 % a dosažení následujících redukcí emisí: Emise CO₂ o 5,5 % (CO₂ vypouštěné produkcí O₂ včetně), emise NO_x o 79,2 %, emise SO_x o 35,5%, a emise prach o 67,7 %, pokud bereme v úvahu výkon 600 tun/den.

V první kapitole této zprávy pro laickou veřejnost jsou popsány ekologické výzvy projektu HOxyGas a rovněž jeho hlavní cíle a partneři projektu. Ve druhé kapitole jsou detailně probrány navrhované inovativní technologie a s nimi související přínosy. Ve třetí kapitole jsou shrnuty výsledky a úspěchy projektu.

Závěrečná kapitola je pak věnována dlouhodobým přínosům projektu a rovněž opakovatelnosti a přenositelnosti výsledků.

Jak je detailně probráno v následujících částech, původně bylo předpokládáno použití technologie pro čiré sklo až do 600 tun/den; nicméně čiré sklo bylo nahrazeno světle zeleným sklem s výkonem 500 tun/den. Z tohoto důvodu byly demonstrovány ekologické přínosy následující – tyto jsou v souladu s našimi odhady uvažujícími výkon 500 tun/den:

- emise CO₂ sníženy o 5,5 +/- 3 % - to znamená až 4800 tun CO₂ „ušetřených“ za rok;
- NO_x: specifické emise sníženy o 85 %;
- SO_x: specifické emise sníženy až o 82 %;
- spotřeba energie snížena přibližně o 18,7 +/- 3 %.

1. Úvod

Ekologická výzva

Nedávné zvýšení koncentrace skleníkových plynů (GHG) v ovzduší je způsobeno především činností člověka a je téměř zcela jistě zodpovědné za fenomén globálního oteplování, který pozorujeme v posledních letech. Tento „antropogenní“ skleníkový efekt je způsoben zejména emisemi CO₂: více než 50 % antropogenních GHG emisí představuje oxid uhličitý, který přispívá ze 75 % k antropogennímu skleníkovému efektu. Tato hodnota roste až na 90 % pouze s uvažováním průmyslových emisí; průmyslová odvětví mají tudíž velký zájem o snižování primárně CO₂ emisí. Kategorie výrobních procesů představuje jeden z nejdůležitějších sektorů podnikání, který je odpovědný za CO₂ emise, a nese odpovědnost za 7 % evropských emisí.

Po poklesu v roce 2009 došlo v roce 2010 ke skutečnému nárůstu emisí kyslíčnicku uhličitého (CO₂) - v důsledku globální finanční krize - až na rekordní úroveň 30,6 Gtun, s nárůstem 5 % oproti předcházejícímu rekordnímu roku (2008), kdy se tato úroveň nacházela na hodnotě 29,3 Gtun. Podle posledních odhadů IEA (Mezinárodní energetická agentura) byly emise CO₂ emise v sektorech energetiky, průmyslu a dopravy v roce 2010 nejvyšší v historii.

Navíc k tomu průmyslové procesy zpracovávání minerálních produktů - jako je sklo, vápenec, a cement - nesou odpovědnost za 50 % těchto emisí. Tyto procesy například produkují více CO₂ než odvětví chemického a metalurgického průmyslu.

Sklo představuje klíčový prvek mnoha průmyslových odvětví. V roce 2006 byla celosvětová poptávka po tabulovém skle odhadována na přibližně 42 milionů tun - což odpovídá 4,2 miliardám čtverečních metrů skla o tloušťce 4 milimetry. Celosvětově činí průměrná roční spotřeba je 6 kg na osobu - tato hodnota v západní Evropě roste až na 18 kg na osobu! Nárůst požadavků na tabulové sklo obecně předběhl skutečný růst HDP během uplynulých 20 let.

Přesněji řečeno - produkce tabulového skla pro automobilový průmysl vyžaduje velké množství energie a produkuje velké množství skleníkových plynů (GHG).

A to navzdory velkému úsilí o snížení spotřeby energií, vynaloženému v posledních desetiletích - které snížilo spotřebu energie na tunu skla o 10 % v porovnání s hodnotou z 80. let 19. století. Aktuální hodnota je stále 6 až 7 GJ na tunu skla, zatímco teoretická minimální požadovaná energetická hladina by měla být mezi 2 a 3 GJ na tunu skla - jedná se o energii nezbytnou pro tavení požadovaných materiálů, které tvoří sklo.

Pro zajištění perfektní produkce s vysokými hodnotami kvality produkce tohoto specifického skla a při maximálním možném snižování souvisejících ekologických dopadů byla cílem tohoto projektu nová koncepce pecí - využívající oxy-technologie spalování. Po úspěšné implementaci by procesy mohly být uzpůsobeny rovněž pro další technologické postupy, které využívají tavicí pece - jako jsou například odvětví výroby oceli nebo cementu, známé svými obrovskými emisemi CO₂.

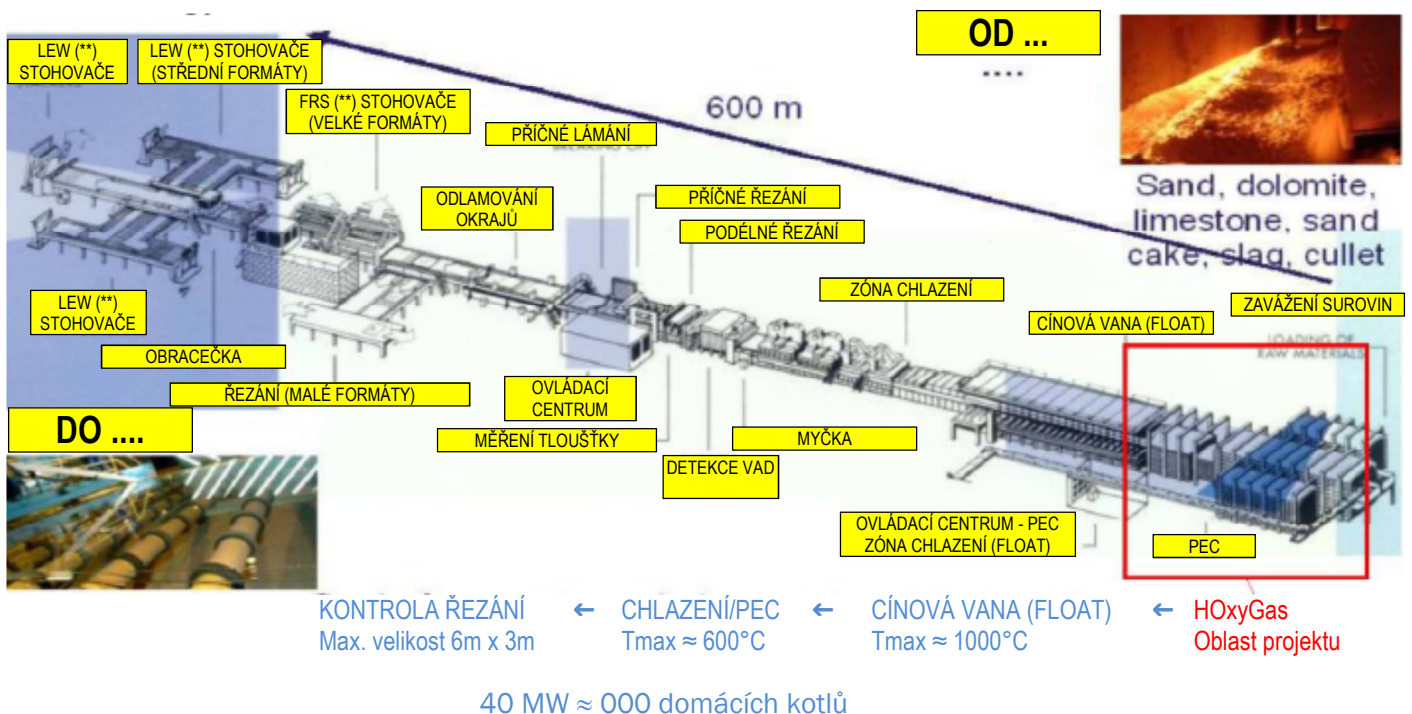
V této souvislosti je hlavní environmentální výzvou projektu HOxyGas snížení emisí CO₂ a spotřeby energií pro výrobu skla pro automobilový průmysl - a to prostřednictvím výše zmíněné inovativní oxy-technologie spalování, která využívá pouze přehřátý kyslík (jako oxidant) a přehřátý zemní plyn (jako palivo).

Projekt HOxyGas: Cíle a očekávané výsledky

Projekt HOxyGas byl zaměřen na dva hlavní cíle: snížení spotřeby fosilních paliv a snížení emisí skleníkových plynů (GHG) spojených s výrobními procesy skla pro automobilový průmysl. V tomto projektu jsme se tedy zaměřili na omezení dopadu průmyslových činností na klimatické změny.

Omezení spotřeby energií a emisí plynů bylo pro průmysl vždy výzvou. Například v průběhu posledních pěti let sklářský průmysl snížil používání ropy. V nynější době tedy počet pecí plně provozovaných s využitím plynu vzrostl přinejmenším na 95 %. V tomto projektu jsme navrhli inovativní proces, založený na použití pouze horkého zemního plynu, kyslíku a oxy-technologie spalování pro výrobu skla. Projekt je zaměřen na sklo pro automobilový průmysl, nicméně tato technologie - pokud bude validována - může být použita pro všechny další sklářské aplikace. Proces bude mít nižší environmentální dopad než všechny aktuálně existující technologie.

Následující obrázek znázorňuje linku na výrobu plaveného skla (float). Projekt HOxyGas byl zaměřen na část pece - implementací a demonstrováním inovativní technologie oxy-spalování - pracující pouze s využitím zemního plynu (NG) jako zdroje energie.



Cílem projektu HOxyGas je prokázat vyzrálост a potenciál nové technologie produkováním vysoce kvalitního barevného skla pro automobilový průmysl (které má vyšší požadavky na kvalitu než stavební sklo), a to s využitím pouze zemního plynu (NG) jako paliva (více korozivní prostředí, větší tvorba pěny na povrchu skla).

V porovnání s nejmodernějším referenčním základem (což je 100 % technologie spalování plyn-vzduch) byly očekávány následující kvantitativní výsledky při vysokém a nízkém výkonu:

Výkon	Vysoký výkon (Čiré sklo): 600 tun/den	Nízký výkon (Zbarvené sklo): 500 tun/den
Snížení energie na tavení	19.7%	18.3%
Snížení emisí CO ₂ (včetně emisí vztahovaných k produkci Oxygen)	5.5 %	5.5 %
Snížení emisí NO _x	79.2%	79.2%
Snížení emisí SO _x	34.5%	34.5%
Snížení emisí prachu	67.7%	67.7%

Stojí za zmínku, že - v rozporu s tím, co bylo původně předpokládáno - nebylo během projektu produkováno čiré sklo (v důsledku požadavků trhu automobilového průmyslu) a bylo nahrazeno světle zeleným zbarveným sklem. Proto byla pec během projektu provozována pouze v „nízkém výkonu“.

Partneři projektu

Koordinující uživatel - společnost AGC Flat Glass Czech, největší producent skla ve střední Evropě

Společnost AGC Flat Glass Czech sídlí v Teplicích (severní Čechy) je největším producentem plochého skla a sklářských aplikací ve střední Evropě. Řídí výrobní závody v České republice, svá obchodní zastoupení ve střední Evropě, a zpracovatelské závody v České republice, na Slovensku, a v Polsku.

Vedle výrobních závodů vyrábějících stavební sklo, zrcadla a dekorativní sklo jsou základem činnosti společnosti tři floatová zařízení umístěná v Teplicích a závod pro výrobu automobilových skel v Chudeřicích. Společnost AGC zaměstnává přibližně 4500 lidí v České republice a je pravidelně zařazována mezi 5 nejlepších zaměstnavatelů.



Přidružený uživatel - AGC Glass Europe, hlavní producent plochého skla

AGC Glass Europe se sídlem v Louvain-la-Neuve (Belgie) zpracovává a distribuuje ploché sklo pro stavebnictví (externí zasklení a interiérové dekorační sklo) a rovněž pro automobilový průmysl a sektor solární energie. Jedná se o evropskou pobočku AGC - největšího světového producenta plochého skla.

Její základním mottem je „Glass Unlimited“, jež odráží nabízené možnosti:

- sklo jako materiál pro splnění rostoucího počtu požadavků na (komfort, řízení spotřeby energie, zdraví a bezpečnost, estetický vzhled);
- inovace produktů s procesů, odvozená ze soustavného výzkumu a vývoje na poli pokrokových technologií skla;
- více než stovka závodů v celé Evropě - od Španělska po Rusko;
- celosvětová obchodní síť
- a 16000 zaměstnanců společnosti.



2. Inovativní technologie tavení navrhovaná projektem HOxyGas

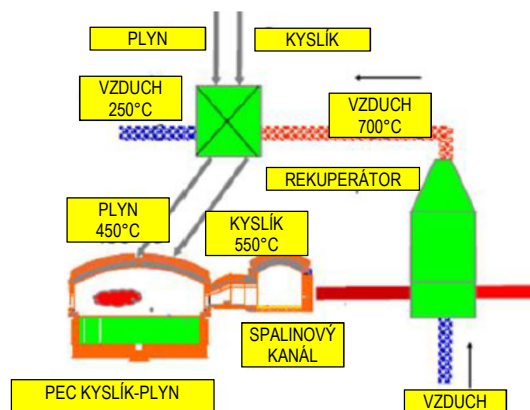
Běžný proces výroby plochého skla pro automobilový průmysl je založen na spalování s využitím vzduchu a rekuperace: použitým oxidantem je tudíž vzduch s obsahem 21 % kyslíku (O₂) a 79 % dusíku (N₂). Související spalování zemního plynu (NG) - obsahujícího převážně metan CH₄ - je možno vyjádřit jako následující reakci:



Oxid uhličitý (CO₂) a voda (H₂O) uvolněné touto reakcí se budou podílet na přenosu tepla do skla, zatímco dusík (N₂) bude pouze „tepelnou zátěží“, která následně unikne jako kouřový plyn na výstupu tavící pece. V případě klasické spalovací technologie tavící pece budou na každé straně pece použity regenerátory tvořené voštinovým žáruvzdorným materiálem pro rekuperaci energetických ztrát způsobených horkými kouřovými plyny, a budou přenášet část energie na spalovací vzduch. Nicméně - efektivita takového procesu zůstává dosti nízká, protože až 35 - 40 % užitečné energie je ztraceno.

Za zmínku stojí také to, že dusík (N₂) - navíc k tomu, kromě toho, že představuje zdroj energetických ztrát - bude při velmi vysoké teplotě (jak je tomu v případě uvnitř plamene hořáku) produkovat NO_x = polutant.

S cílem optimalizovat efektivitu procesu a omezit související environmentální dopady standardního spalování s využitím vzduchu společnost AGC zkoumala - jako potenciální řešení pro současné zlepšení spotřeby energie a environmentálního dopadu - použití čistého kyslíku namísto vzduchu a zemního plynu jako paliva (množství CO₂ produkované zemním plynem (NG) je nižší než množství CO₂ produkované těžkým topným olejem).



Dva hlavní inovativní aspekty (viz obrázek výše) poskytnuté technologií spalování s využitím horkého kyslíku jsou:

1. Spalování pouze s kyslíkem jako oxidantem, které omezuje energetické ztráty a vznik NO_x.
2. Předehřívání kyslíku (na teplotu až 550 °C) a zemního plynu (na teplotu až 450 °C) pro zvýšení celkové efektivity pece pomocí dvoustupňového přístupu:
 - i. Rekuperátor vzduch/kouřové plyny: energie je přenášena mezi horkými kouřovými plyny vystupujícími z pece a proudem vzduchu;
 - ii. výměníky vzduch/reaktant: předehřátý proud vzduchu bude distribuován na každý hořák mezi dvěma tepelnými výměníky;
 - i. vzduch/kyslík
 - ii. vzduch/zemní plyn

A konečně - předehřáté reaktanty budou proudit nahoru k hořákům izolovaným flexibilním vedením.

Tento dvoustupňový přístup je oprávněn z hlediska bezpečnosti - s cílem vyloučit jakékoli riziko smíšení kouřových plynů (tyto mohou obsahovat nespálené palivo) s kyslíkem v případě netěsnosti ve finálním tepelném výměníku.

První průmyslová aplikace: hybridní spalování (těžký topný olej + zemní plyn (NG))

K prvnímu použití v průmyslu došlo ve francouzském závodě Boussois v roce 2008 s cílem ověřit proveditelnost výroby čirého stavebního skla s dobrou kvalitou při využití hybridního spalování (s částečným využitím těžkého topného oleje a částečným využitím zemního plynu) - na rozdíl od využití pouze zemního plynu, jak je tomu v případě HOxyGas.

Na základě těchto prvních zkušeností společnost AGC provedla vyhodnocení a ověření technických komponentů. To zahrnovalo návrh technologie a volbu materiálů (pec, hořáky, žáruvzdorné materiály), bezpečnostní aspekty související s používáním horkého kyslíku, nastavení tavení skla (křivka temperování, vnitřní prostředí pece, řízení pěny).

Stejně tak bylo provedeno posouzení ekologických a energetických výhod.

Tento první projekt byl finančně kryt Evropskou komisí pro životní prostředí (European Commission Environment) - LIFE+ Programme - HotoxyGlass - LIFE07 ENV/F/000179.

Specifické dodatečné výzvy adresované projektem HOxyGas

Na rozdíl od prvního experimentu uskutečněného v Boussois bylo cílem projektu HOxyGas projekt (prováděného v České republice v závodě Řetenice) demonstrovat environmentální výhody spalování při využití horkého kyslíkem, používajícího jako palivo pouze zemní plyn.

Hlavní specifické výzvy, které měly být překonány s cílem dosáhnout očekávaných výsledků, tudíž byly následující:

- Vyšší obsah vody v atmosféře pece (~1/3 CO₂ (obj); 2/3 H₂O (obj) v důsledku kyslíku a přirozeného spalování (žádné rozředění dusíkem):
 - Vyšší obsah vody v atmosféře pece v kontaktu s horkým povrchem skla zvýší vypařování korozivních chemických látek - jako NaOH. Navíc k tomu - protože u této inovativní technologie je průtok kouřových plynů nižší v porovnání s tradiční pecí - bude koncentrace všech chemických látek vyšší.
 - Difúze vody z prostředí uvnitř horkého skla bude modifikovat některé vlastnosti skla (jako je například teplota pro ohýbání). Navíc dojde při vyšším obsahu vody k modifikaci podmínek uvnitř skla a chemických reakcí = tvorba tlusté vrstvy pěny na horním povrchu skleněné vany. Tato vrstva pěny bude mít dopad na kvalitu a spotřebu energie - protože bude působit jako izolační vrstva. A konečně - rovněž dojde k nárůstu difúzní výměny ve směru toku skla v cínové vaně.
 - Kvůli přenosu tepla z plamene generované novou technologií a přizpůsobeným designem pece bude nutno stanovit novou křivku zahřívání a teplotní profil v peci - pro zajištění splnění kvalitativních požadavků kladených na produkt.
- Produkce skla pro automobilový průmysl:
 - Trh automobilového skla v porovnání s trhem stavebního skla klade mnohem přísnější požadavky na kvalitu a existuje zde větší portfolio produktů. Trh automobilového skla de facto požaduje zbarvené sklo (od světlé barvy až po tmavou), na které bude pro výrobu finálních produktů aplikovaná rozsáhlá řada následných procesů zpracování (tvrzení a/nebo vrstvení). Každá barva skla vede k novým nastavením technologie tavení s cílem dosáhnout nejlepšího tepelného režimu a splnit kvalitativní požadavky.

3. Hlavní činnosti a úspěchy projektu

Projekt HOxyGas byl úspěšně realizován v období červen 2012 až leden 2017. Pro dosažení cílů projektu byly dokončeny dvě následující hlavní fáze:

1. Fáze návrhu a realizace (červen 2012 až duben 2014);
2. Fáze temperování, uvedení do provozu a provoz (březen 2014 až leden 2017).

Fáze návrhu a realizace



Návrh a realizace konstrukce pece (stavební práce, kovové konstrukce, žáruvzdorné materiály) byla dokončena v polovině března 2013 a byla získána veškerá potřebná povolení. Nicméně - v dubnu 2013 bylo spuštění pece posunuto na duben 2014, po zvážení ekonomické situace na trhu plochého skla. Bylo dokončeno kryogenní zařízení (výroba O₂/N₂) a spuštěno s pecí (duben 2014).

S cílem připravit druhou fázi projektu provedla společnost AGC Glass Europe R&D během této fáze rovněž následující činnosti:

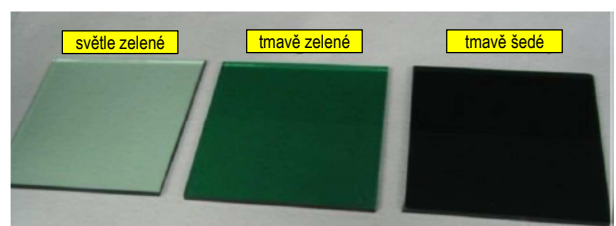
- Vývoj numerického modelu chování pece, predikci a definování temperovací křivky pro fázi uvedení do provozu (pro různé barvy skla);
- Podmínky temperování pece včetně analýz žáruvzdorných materiálů;
- Definice skladby surovin pro uvedení do provozu;
- Vývoj metodiky analýzy sledování kvality skla.



Fáze temperování, uvedení do provozu a provoz

Temperování pece a cínové lázně bylo zahájeno v březnu 2014; plný provoz byl spuštěn 22. dubna 2014. Po třech týdnech provozu se studenými reaktanty byl v květnu 2014 zahájen provoz pece na bázi s oxy- spalování a nastavena výroba světle zeleného skla.

Po intenzivním úsilí zaměřeném na optimalizaci procesu a rovněž zabezpečení produkce skla vysoké kvality v plném souladu s požadavky trhu automobilového skla je pilotní pec nyní zcela provozuschopná v režimu spalování horký kyslík / horký zemní plyn, a to s výkonem 500 až 520 tun/den. Byla provedena validace pro sedm různých barev (od světle do tmavě zelené, tmavě šedé a velmi tmavě šedé) a tloušťky od 2,1 mm do 10 mm (vrstvené a tvrzené).



Úspory dosažené inovačními technologiemi jsou sumarizovány v následující tabulce a jsou globálně vyšší než očekávané výsledky

% úspory versus technologii vzduch/plyn	Energetické úspory	CO ₂ *	NO _x Zelené sklo	SO _x	Prach
Očekávané výsledky pro plný výkon (500 tun/den)	18.4%	5.5 %	79.2%	35.5%	67.7%
Aktuální výsledky při nízkém výkonu	18.7% +/-3%	5% +/-3%	85%	82%	83%

4. Dlouhodobé přínosy projektu a následující kroky

Ekologické přínosy

V průběhu projektu HOxyGas oba partneři prokázali následující vysoké ekologické přínosy této technologie, zejména pak co se týče snížení spotřeby paliva a emisí CO₂:

- úspora zemního plynu 5,4 MNm³/rok;
- úspora až 4800 tun/rok CO₂ (včetně CO₂ vyprodukovaného pro výrobu O₂);
- 745000 tun/rok NO_x (sklo bez dusičnanu);
- 220000 tun/rok SO_x.

Ekonomické přínosy

Z pohledu zaměstnanosti projekt vedl k vytvoření 67 pracovních míst a umožnil dlouhodobé zajištění pracovních míst pro obě entity.

Implementované inovativní systémy umožňují významné úspory z hlediska spotřeby zemního plynu (NG). Z hlediska nákladové účinnosti a časové návratnosti je inovativní oxy-spalování tudíž vysoce závislé na požadovaných cenách zdrojů - jako jsou zemní plyn a kyslík.

Další kroky: Opakovatelnost a přenositelnost

S cílem umožnit širokou opakovatelnost a přenositelnost technologie spalování s využitím horkého kyslíku budou oba subjekty pokračovat v intenzivní činnosti zacílené na propagaci vysoce pozitivních ekologických přínosů této nové technologie:

- účast na akcích jako jsou například konference, výstavy, veletrhy, apod.;
- webová stránka projektu: <http://www.agc-hoxygas.eu/index.htm>;
- síťové aktivity zejména s průmyslovými asociacemi, normalizační aktivity.

Co se týče opakovatelnosti, technologie oxy-spalování je vyhodnocena při každé studené opravě z hlediska technického i ekonomického jako alternativa k nejmodernějšímu spalování vzduch/plyn. Nicméně - jak bylo zmíněno výše, je třeba poznamenat, že **ekonomická relevance této technologie je úzce svázána s lokálními cenami energií (plyn, elektrická energie).**

Zejména je třeba poznamenat, že jedna pec v závodě Boussois společnosti AGC bude znovu spuštěna v dubnu 2017 (po tříleté odstávce v důsledku tržní krize) a bude provozována na bázi technologie spalování s využitím horkého kyslíku a použitím 100 % zemního plynu, a to díky aktivitám uskutečněným během projektu HOxyGas.

Uvedená technologie bude teoreticky opakovatelná pro všechny závody produkující tabulové sklo (i mimo skupinu AGC); aktivity zaměřené na popularizaci a prováděné společností AGC budou motivovat další výrobce skla k tomu, aby se zabývali takovými ekologicky přívětivými technologiemi, které vedou ke snížení emisí CO₂ a spotřeby paliv stejně jako k ekonomickým přínosům.

Z hlediska přenositelnosti lze tuto technologii teoreticky použít v různých dalších aplikacích ve sklářském průmyslu (další druhy skla) - ale také v průmyslu výroby cementu, metalurgickém a keramickém průmyslu - po určitém výzkumu a vývoji a po provedení technických studií. Společnost AGC - jako producent skla - nebude přímo zapojena do transferu takových aplikací; nicméně popularizace projektu HOxyGas (viz výše) prorazí cestu k širokému přenosu uvedené inovativní environmentálně přívětivé technologie.