

Üveghibák elhárítása



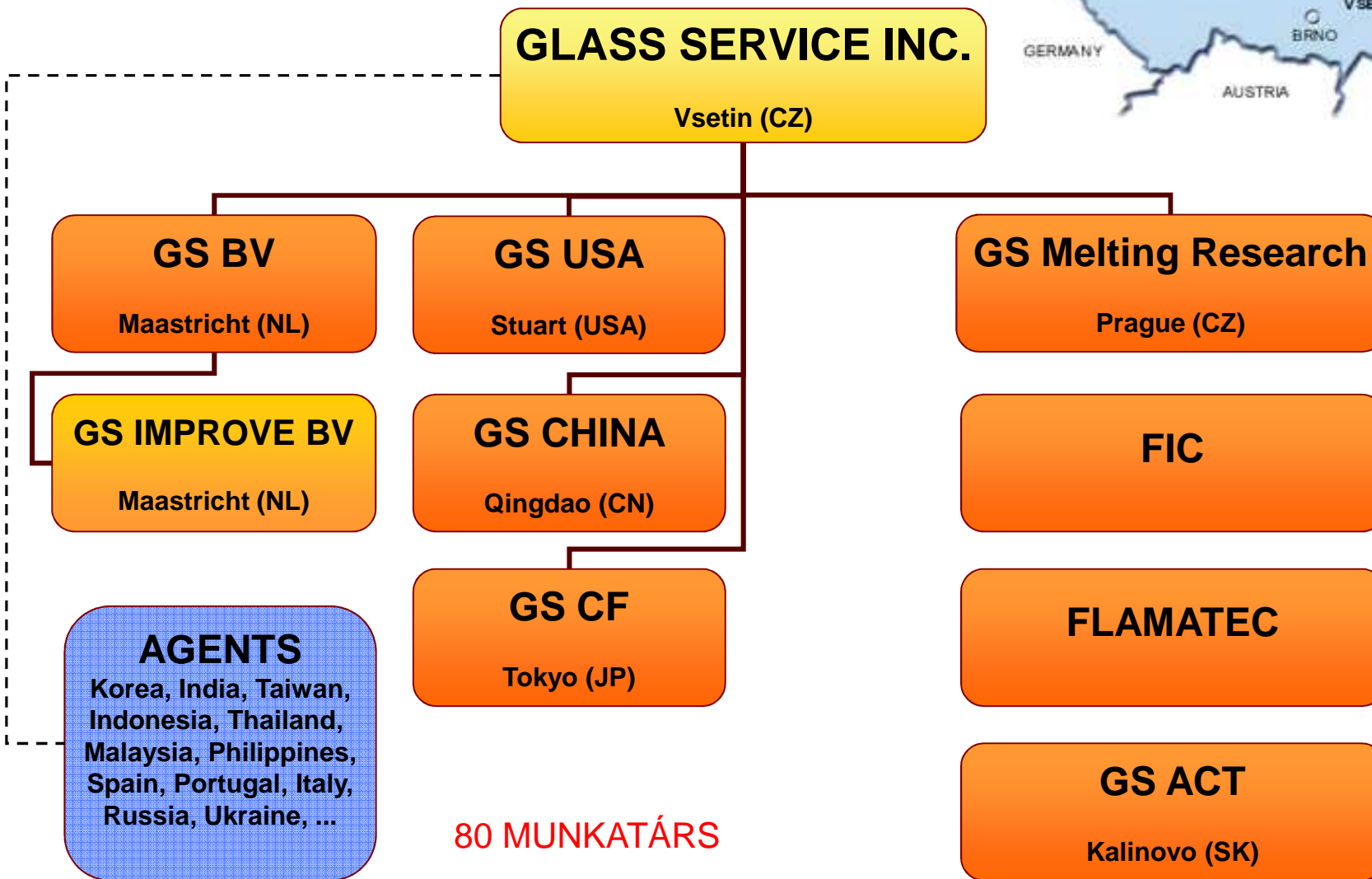
Miroslav Kováč
Glass Service Inc.
Vsetin
Czech Republic
<http://www.gsl.cz>

miroslav.kovac@gsl.cz

- 1990. márciusban privát céggként indult
- Az üvegolvasztási folyamat optimalizálása érdekében folytatott tanácsadás és „szoftveres eszközök” kifejlesztése
- GS jelenleg több mint 80 munkatársat alkalmaz (15 korábbi üvegyári manager)
- GS saját kutatásokat folytat
- GS laboratóriumi szolgáltatásokat is tud nyújtani
- GS-nek több mint 200 vevője van több mint 40 országban



Szervezeti felépítés





PRODUCTS & SERVICES

- ◆ Modellezési szolgáltatás
- (olvasztótér, homogenizáló-tér, kidolgozó, adagolócsatorna, csatornák, stb.)
 - ◆ Üvegolvasztó kemence modellek
 - ◆ Üvegolvasztó kemence szimuláció
 - ◆ Fejlett vezérlési rendszer – **ES III™**
 - ◆ Üveghiba analízis
 - ◆ Magas hőmérsékletű megfigyelés összehasonlító kemence vizsgálat
 - ◆ GS RAPIDOX II™ kemence mérések
 - ◆ Kemence felülvizsgálat
 - ◆ Fizikai modellezés
 - ◆ Komplex rendszermegoldások
 - ◆ Berendezések

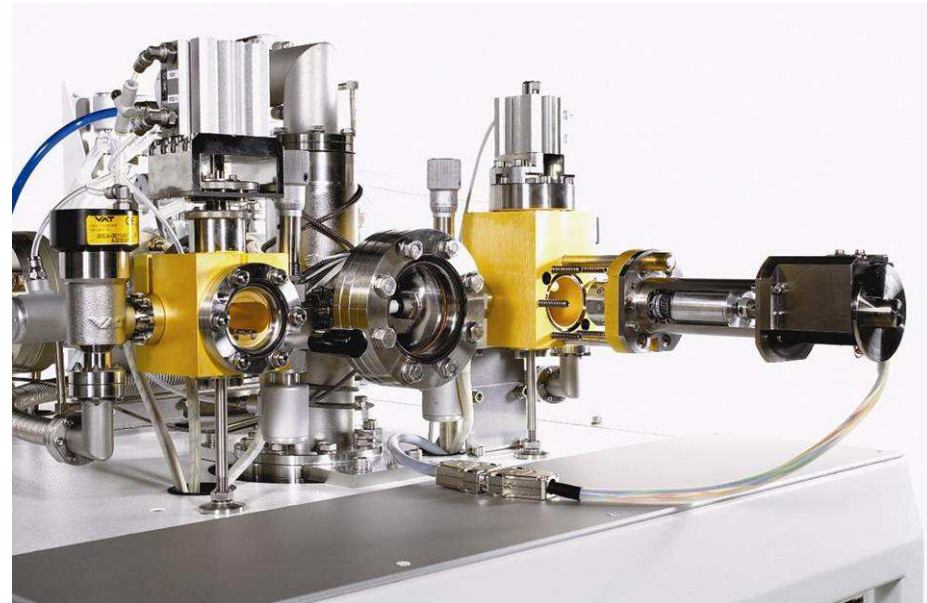
1. Hibák analizálása az üvegben

Buborékok, kövek és huzalok

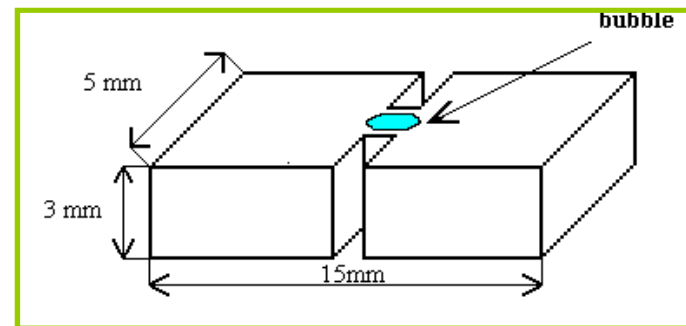
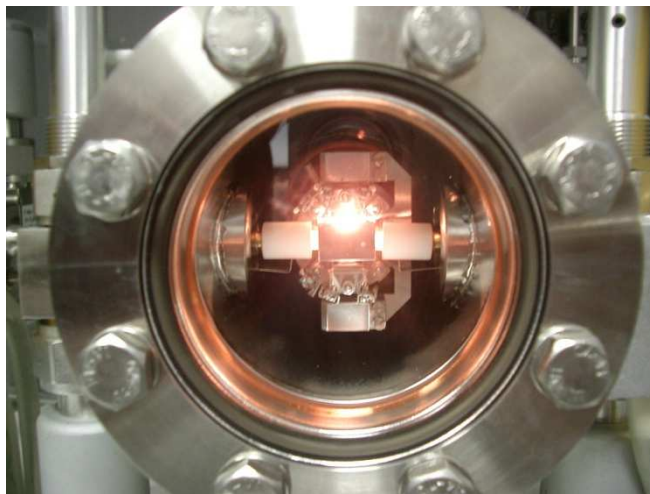
A buborék forrásának
meghatározása

1. Hiba analízis az üvegben és a buborék forrásának tanulmányozása

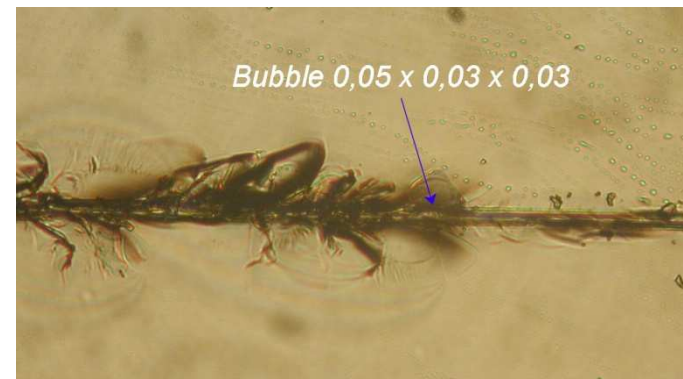
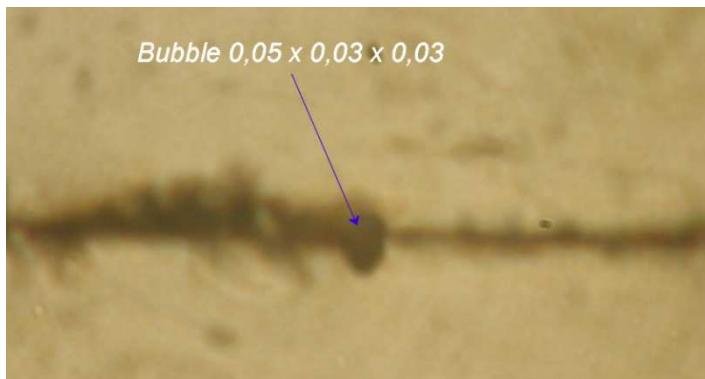
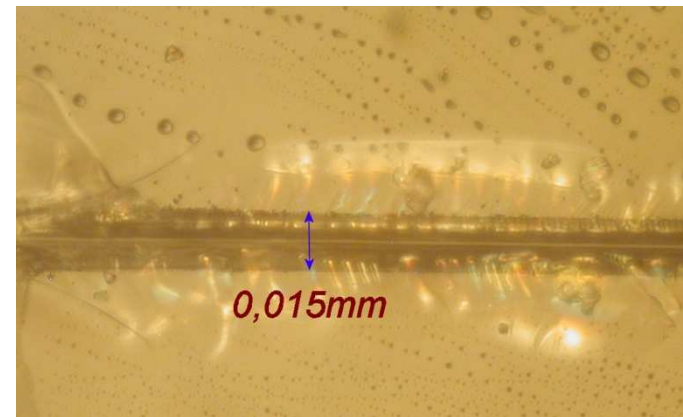
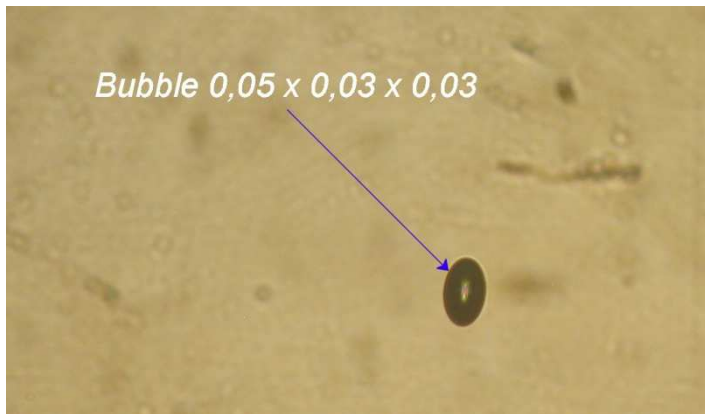
- hiba analízis – buborék és kő, huzal
- a buborék forrásának beazonosítási eljárása
- a buborék kialakulási mechanizmusa alapján a forrás kategorizálása
- a buborék tulajdonságai és a feltételezett összetétele a termékben → beazonosítás



automatikus minta kamra – 8 db minta

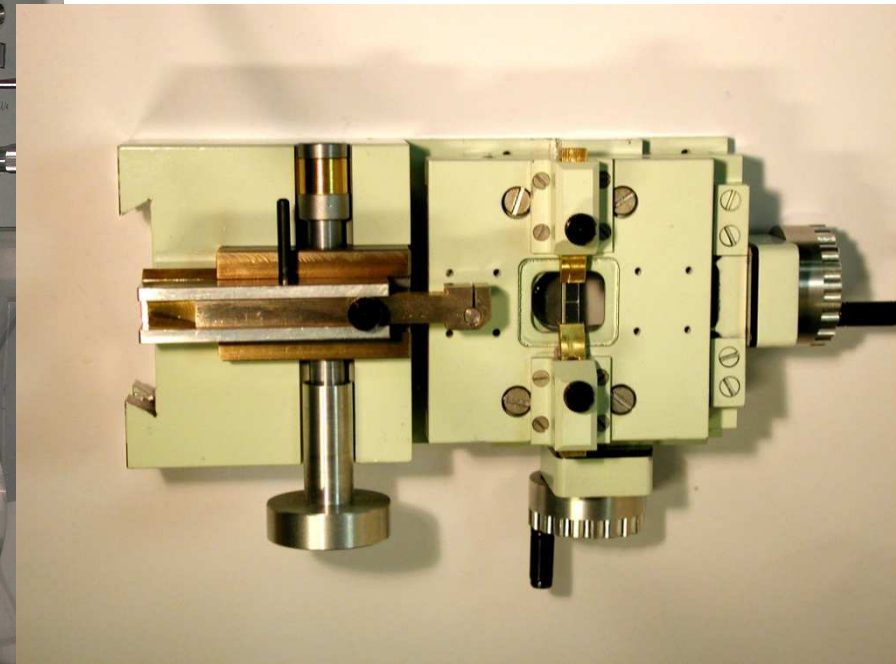


Minta előkészítés – mikro buborékok



- a speciális vágókészülék lehetővé teszi a minta precíz elhelyezését az optikai mikroszkóp alá + a buborék helyén keresztül éles gyémánt csúccsal történő precíz vágás (karcolás)

Mikro vágókészülék



- Alapelv → a rendelkezésre álló buborék tulajdonságok tanulmányozásával a buborék eredetének beazonosítása, analógiák keresése a tényleges és modellezett buborék tulajdonságok között
 - ◆ gázösszetétel
 - ◆ belső nyomás tömeg spektrometria
 - ◆ méret (átmérő ekvivalens – d_{eq}), alak
 - ◆ kondenzátumok jelenléte mikroszkóp + SEM (pásztázó elektromikroszkóp)
+EDX (energia elosztó röntgensugár)
- további tárult tulajdonságok az üveghiba környezetében, idegen anyag, huzalosság, buborék csoportok, egy sorban előfordulás
- a buborékok mennyisége termelési folyamat ellenőrzés
- a termékben való eloszlása – szabályos, véletlenszerű
- a kemence állapota, kemenceüzemelés

➤ Javasolt kategóriák:

- ◆ üvegkeverék lebomlása (elsődleges forrás)
- ◆ gócképződés (nukleáció) okozta buborék
- ◆ elektrokémiai reakció okozta buborék
- ◆ vegyi reakcióból származó buborék
- ◆ mechanikusan formálódó buborékok
- ◆ tűzálló anyagból felszabaduló buborék

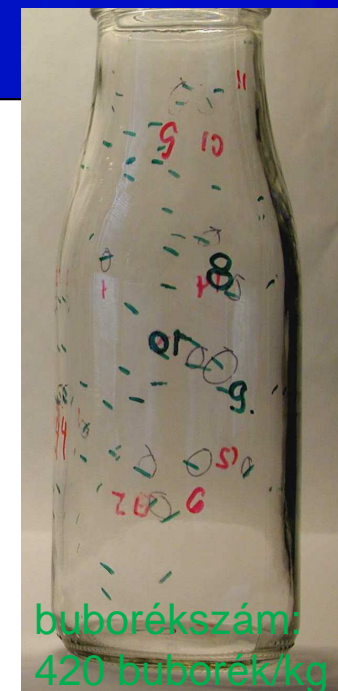
1. fehér csomagolóüveg

- magas CO₂ tartalom; CO₂/N₂ arány > ~ 5

- sok apró buborék, véletlenszerű elhelyezkedés a termékben

-Ar (argon) nyomok a buborékban → valószínű eredet az olvasztótér tűzálló anyaga

-szabályos belső buboréknyomás, nincs látható lerakódás

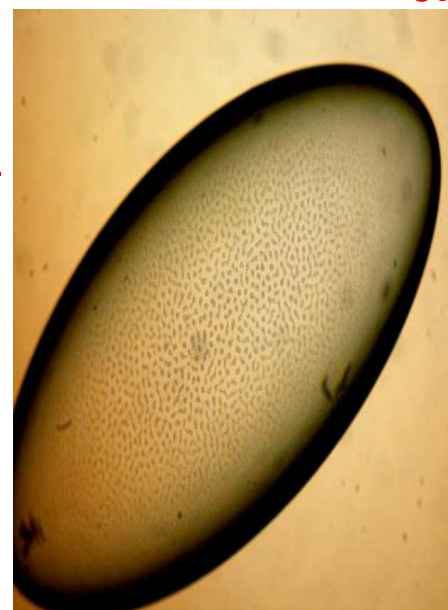


buborékszám:
420 buborék/kg

Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]									Note	
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄		H ₂
1	0,53	0,17	0,03	0,14	1,40E-06	20,5	14,3	84,3					1,4				
2	0,32	0,26	0,18	0,25	7,84E-06	18,0	2,5	95,3					2,2				
3	0,98	0,42	0,07	0,31	1,51E-05	26,0	4,5	93,1					2,4				
4	0,40	0,14	0,04	0,13	1,17E-06	26,5	6,3	92,3					1,4				
5	0,50	0,17	0,14	0,23	6,23E-06	24,0	1,9	96,1					2,0				
6	0,18	0,22	0,26	0,22	5,39E-06	21,5	3,9	94,1		TR.		TR.	2,0				
7	0,38	0,13	0,10	0,17	2,59E-06	25,5	5,9	92,2		0,1		TR.	1,8				
8	0,68	0,30	0,26	0,38	2,78E-05	27,5	2,7	95,4				0,1	1,8				
9	0,78	0,34	0,03	0,20	4,17E-06	23,0	2,4	96,3					1,3				
10	0,70	0,26	0,06	0,22	5,72E-06	32,0	1,7	96,5					1,8				
11	0,60	0,24	0,20	0,31	1,51E-05	25,5	1,8	96,3					1,9				
12	0,66	0,24	0,22	0,33	1,82E-05	22,5	3,0	95,0					2,0				

zöld (hulló falevél) csomagolóüveg

- magas CO₂ tartalom; CO₂/N₂ arány >> ~ 5
- sok apró buborék, véletlenszerű elhelyezkedés a termékben
- csökkentett olvasztási körülmények
- jelentős lerakódás, csökkent nyomás
- eredetileg magas SO₂ az üveg derítéséből



370 bubbles/kg

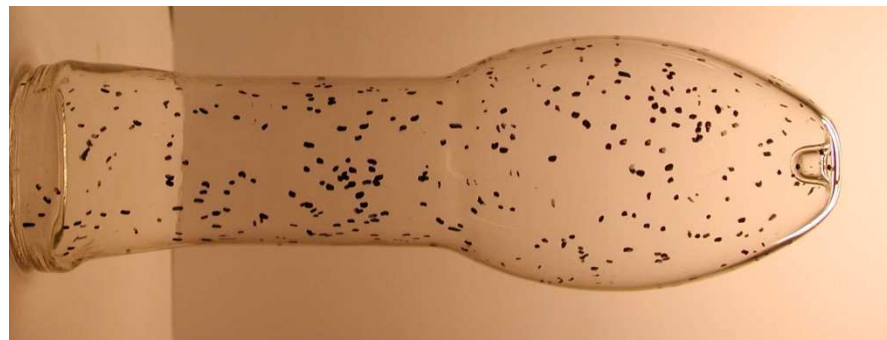


No.	a	b	c	[mm]	[ml]	[kPa]	N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄	H ₂		
1	0,76	0,30	0,23	0,37	2,75E-05	3,0		98,4				0,5	1,1					deposits
2	0,45	0,42	0,38	0,41	3,72E-05	5,0		62,5			37,5		TR.					deposits
3	1,16	0,62	0,10	0,41	3,74E-05	1,5	2,8	93,2				0,1	3,9					deposits
4	0,48	0,33	0,30	0,36	2,49E-05	7,0		94,9				2,5	2,6					deposits
5	1,22	0,60	0,05	0,33	1,91E-05	4,5	0,1	96,5				0,1	3,3					deposits
6	1,05	0,50	0,10	0,37	2,75E-05	5,0	0,3	96,5				0,4	2,8					deposits
7	0,95	0,23	0,08	0,26	9,15E-06	6,0	0,4	95,2				0,5	3,9					deposits
8	1,25	0,92	0,16	0,57	9,59E-05	1,5		94,7				0,1	5,2					deposits
9	0,42	0,42	0,23	0,34	2,08E-05	12,5		96,9				1,4	1,7					deposits

- ◆ boroszilikát és alacsony alkáli tartalmú üvegek → jellemzően magas SO₂ mennyiség
- ◆ általában nincs lerakódás az alacsony alkáli tartalomnak köszönhetően, általános buborék nyomás

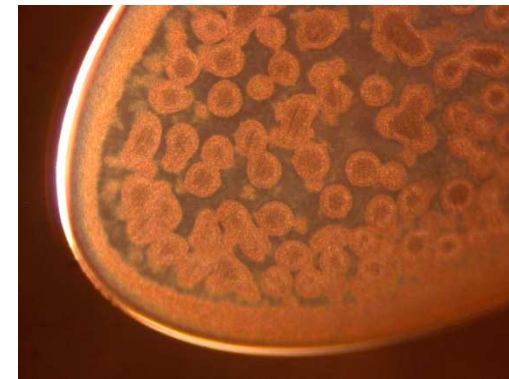
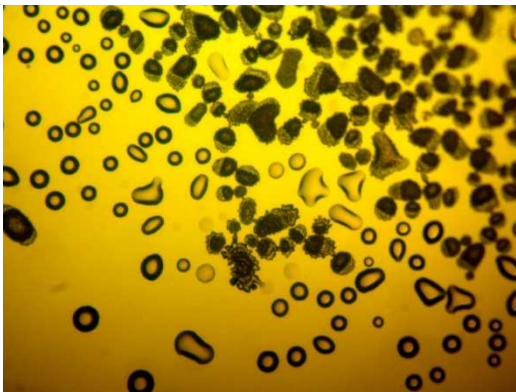
No.	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]						
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS
Borosilicate	0,20	0,20	0,20	0,20	4,19E-06	23,5	1,8	36,8			61,4		
	0,19	0,19	0,19	0,19	3,59E-06	32,5	2,7	30,4			66,9		
	0,23	0,23	0,23	0,23	6,37E-06	22,0	4,3	22,4			73,3		
	0,18	0,18	0,18	0,18	3,05E-06	17,5	3,0	26,9			70,1		
	0,22	0,22	0,22	0,22	5,58E-06	23,5	2,8	42,5			54,7		

Általában magas CO₂/N₂ arány (>~5) jelezvén a keverék lebomlását



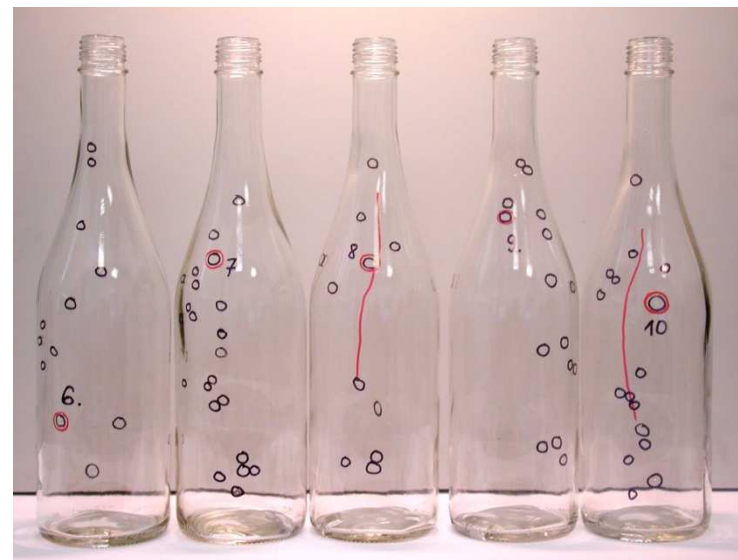
- hőmérséklet és összetétel változás (tűzálló anyag beolvadás, stb.) következtében gázokkal túltelített üveg
- gyakran az üveghőmérséklet instabil, üveg újramelegítés
- (redox újramelegítés – színváltozás)
- (az olvadékba csöpögő szulfát származék ülepedék)

Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]										Note
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄	H ₂	
# 6	2,80	1,23	0,25	0,95	4,51E-04	4,5	0,3	6,8		TR.	92,9		TR.				Deposits
# 7				0,00	0,00E+00												Open
# 8	4,00	1,33	0,06	0,68	1,67E-04	3,5	1,1	18,4		TR.	80,5		TR.				Deposits
# 9	2,40	0,60	0,25	0,71	1,88E-04	6,0	0,4	6,5		TR.	93,1		TR.				Deposits



mindig a palack egyik oldalán,
sávosan elhelyezkedő buborékok
megjelenése
az alacsony hőmérsékletű zónában –
például a láng érinti az üvegfelszínt

az olvadékba csöpögő szulfát származék üledék (?)



Sample: Clear Glass Bottles

Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	p [kPa]	Gas composition [%]								Note
	a	b	c			N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	
1	1,33	0,75	0,53	0,81	9,5	3,2	3,0		0,1	93,7		TR.		Deposit
2	1,46	0,58	0,43	0,71	8,0	3,0	2,9		TR.	94,1		TR.		Deposit
3	1,05	0,70	0,43	0,68	8,0	4,1	5,4		0,1	90,4		TR.		Deposit
5	2,10	0,42	0,33	0,66	6,0	3,7	4,2		0,1	92,0		TR.		Deposit
6	2,70	0,66	0,50	0,96	9,0	3,7	3,1		0,1	93,1		TR.		Deposit
7	1,12	0,90	0,50	0,79	14,5	3,2	1,8		TR.	95,0		TR.		Deposit
8	1,25	0,55	0,50	0,70	7,0	3,5	3,3		0,1	93,1		TR.		Deposit
9	0,86	0,57	0,50	0,63	7,5	5,0	4,7		0,1	90,2		TR.		Deposit
10	3,80	1,00	0,56	1,29	32,0	1,9	2,1		TR.	96,0		TR.		Deposit

D.EQ. - Calculated diameter of sphere shape bubble

TR. - Traces

- redox visszaforrálás – színváltozás
 - instabil szín, színes sávok
 - redukált üveg érintkezése oxidált üveggel, vagy vica -
 - versa → SO₂ fejlődés
 - különböző fokú aránytalan SO₂ reakció → általában jelentős lerakódások
- SO₂ (gáz) ↔ (Na₂⁺)SO₄²⁻(kristallin)+S⁰(cseppecskék)



No.	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]							Note
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	
1	1,28	1,50	0,10	0,58	1,01E-04	1,0	1,3	94,9				1,2	2,6	Deposits
2	3,20	1,00	0,70	1,31	1,17E-03	11,5	0,1	2,4		TR.	97,5		TR.	Deposits
3	4,00	0,85	0,07	0,62	1,25E-04	0,5	1,4	93,2				0,2	5,2	Deposits
4	3,00	2,20	0,08	0,81	2,76E-04	0,2	4,3	88,2				1,0	6,5	Deposits
5	2,00	1,10	0,25	0,82	2,88E-04	3,0	0,1	7,3			92,6		TR.	Deposits
6	3,40	1,53	0,33	1,20	8,99E-04	0,1	2,0	85,1				0,3	12,6	Deposits
7	0,73	0,45	0,33	0,48	5,68E-05	8,0	1,1	93,9				2,6	2,4	Deposits
8	1,50	0,93	0,16	0,61	1,17E-04	1,5	0,4	95,6				1,7	2,3	Deposits
9	1,56	1,05	0,06	0,46	5,15E-05	1,5	1,3	94,7					4,0	Deposits
10	1,40	0,50	0,42	0,66	1,52E-04	3,5	0,4	37,1			62,5		TR.	Deposits
11	0,78	0,58	0,55	0,63	1,30E-04	4,5	0,2	29,8			70,0		TR.	Deposits
12	1,58	1,03	0,07	0,48	5,96E-05	0,5	3,1	94,6				0,3	2,0	Deposits

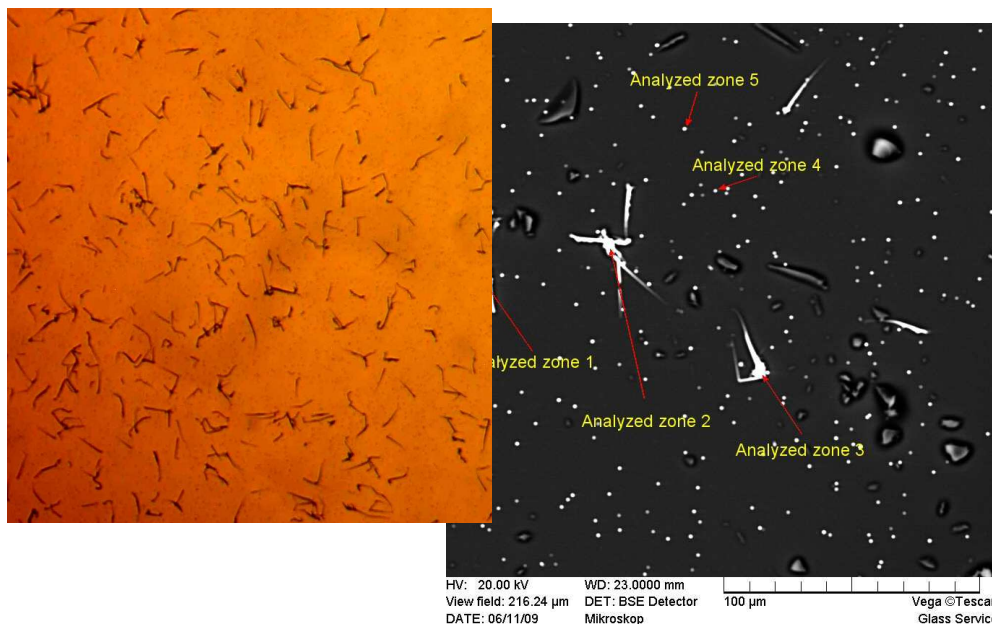


- csomagoló üveg – tipikusan fémszennyezés – kupak, szerszámok, stb.
- fiatal buborékok
- redukáló gázok jelenléte, mint CO és H₂ → erős üveg redukció
- a buborékok egy sorban jelennek meg



Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]								Note		
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO		CH ₄	H ₂
1	7,00	3,00	0,60	2,33	6,60E-03	[3.5]	2,1	0,1						7,6		90,2	
2	6,40	4,00	0,60	2,49	8,04E-03	[4.0]	1,6	0,3						12,0		86,1	
3	9,50	3,60	0,60	2,74	1,07E-02	[2.5]	0,2	0,2						7,9		91,7	
4	8,40	3,60	0,60	2,63	9,50E-03	[7.0]	0,1	0,5						13,6		85,8	
5	8,00	4,40	1,00	3,28	1,84E-02	[2.0]	0,2	0,2						10,0		89,6	
6	10,30	4,20	0,60	2,96	1,36E-02	[3.0]	0,5	0,1						6,5		92,9	

ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]								Note		
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO		CH ₄	H ₂
1	1,24	1,24	1,24	1,24	9,98E-04	>4	2,5	9,1						86,5		1,9	
2	1,22	1,22	1,21	1,22	9,43E-04	>4.5	3,9	7,4						86,2		2,5	



Fiber particles

Elt	XRay	Int	W%	A%
Si	Ka	56.6	3.20	8.09
Ca	Ka	7.5	0.28	0.50
As	La	1944.2	96.51	91.41
Σ			100.00	100.00

White spots

Elt	XRay	Int	W%	A%	Formula	Ox%
O			40.11	60.82		0.00
Na	Ka	147.1	7.17	7.57	Na ₂ O	9.66
Mg	Ka	34.9	1.29	1.29	MgO	2.15
Al	Ka	32.3	0.97	0.87	Al ₂ O ₃	1.84
Si	Ka	1059.7	27.91	24.11	SiO ₂	59.72
K	Ka	9.9	0.38	0.24	K ₂ O	0.46
Ca	Ka	130.7	5.18	3.13	CaO	7.24
Bi	Ma	182.8	16.98	1.97	Bi ₂ O ₃	18.93
Σ			100.00	100.00		100.00

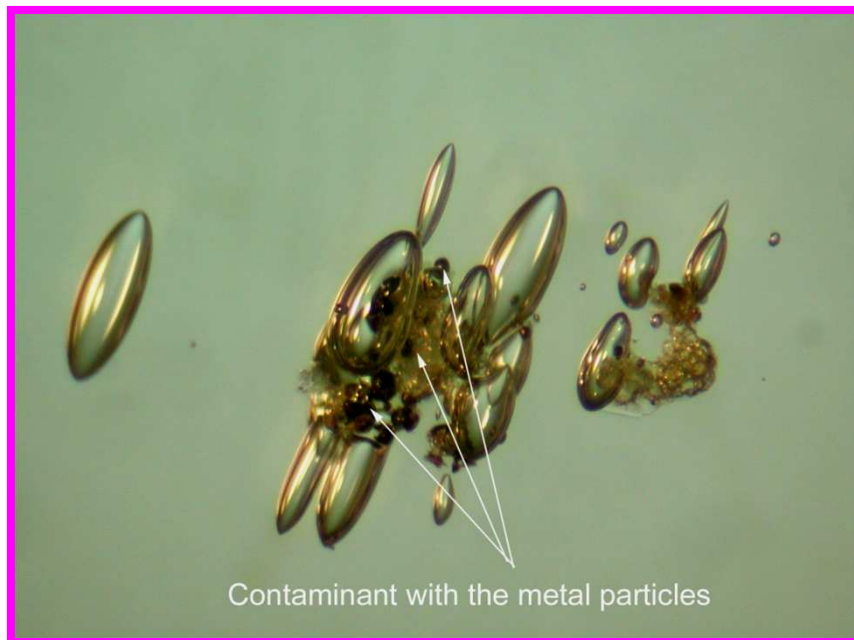
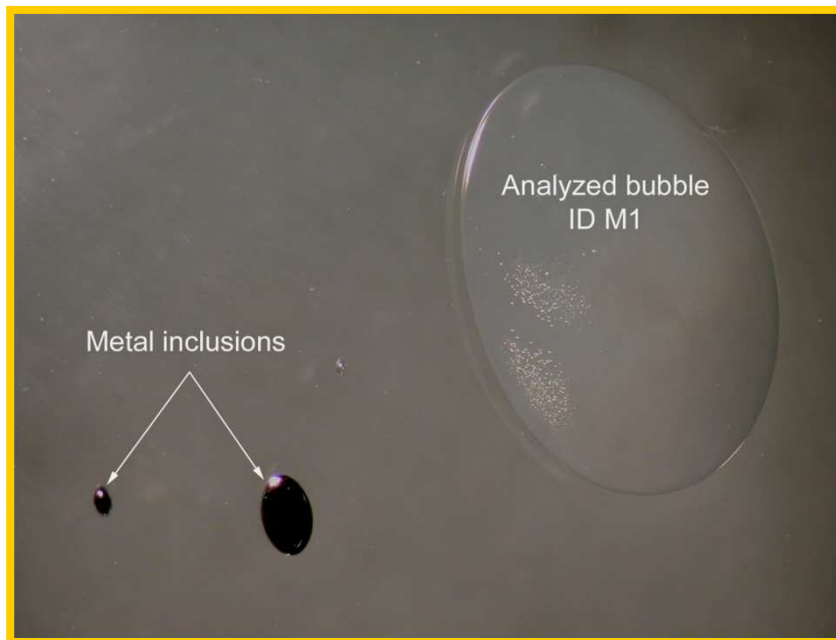
Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]								Note			
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO		CH ₄	H ₂	
1	3,40	5,00	1,33	2,83	1,18E-02	> 5	1,1	54,4					0,6		34,0		9,9	Deposits
2	4,40	3,80	1,00	2,56	8,75E-03	> 7	1,1	58,3					0,6		31,4		8,6	Deposits
3	7,60	3,80	0,90	2,96	1,36E-02	> 9	3,6	60,2					0,7		28,0		7,5	Deposits
4	7,40	3,90	1,42	3,45	2,15E-02	> 3		60,4					0,2		32,3		7,1	Deposits
5	7,00	5,50	1,00	3,38	2,02E-02	> 2		53,0					0,1		37,1		9,8	Deposits

Barna üveg szennyeződése az adagolócsatornába esett fémcsavar miatt

Bizmut és arzén – ötvöző alkotóelemek
Kenőanyag?

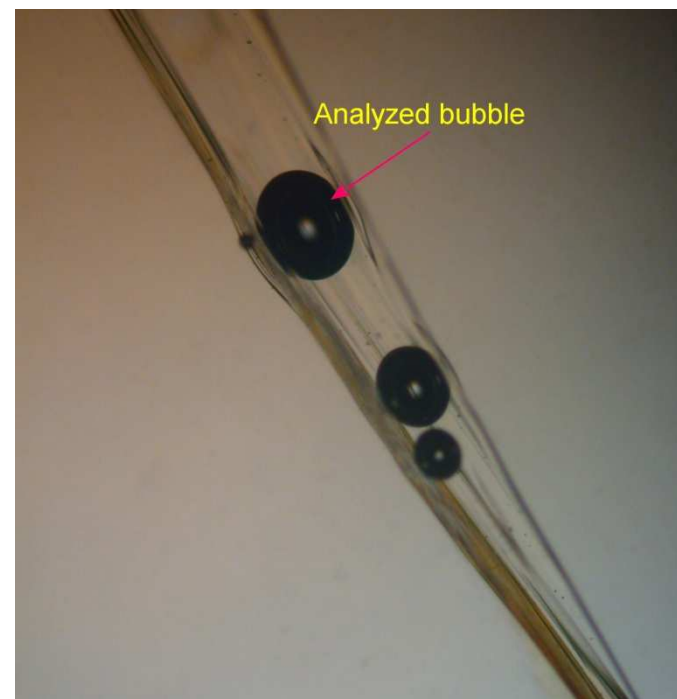
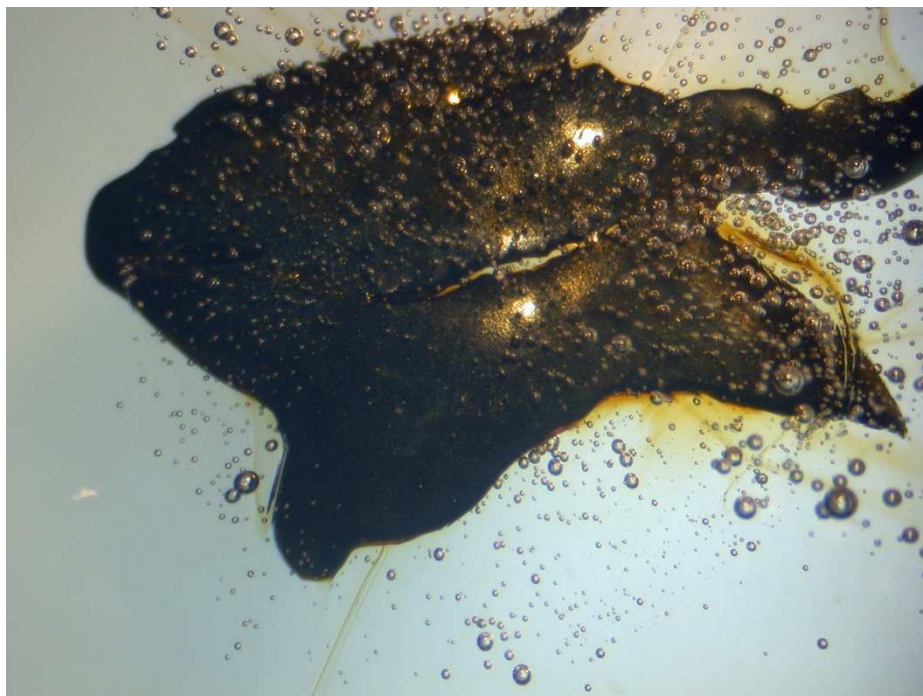


Fémszennyezés



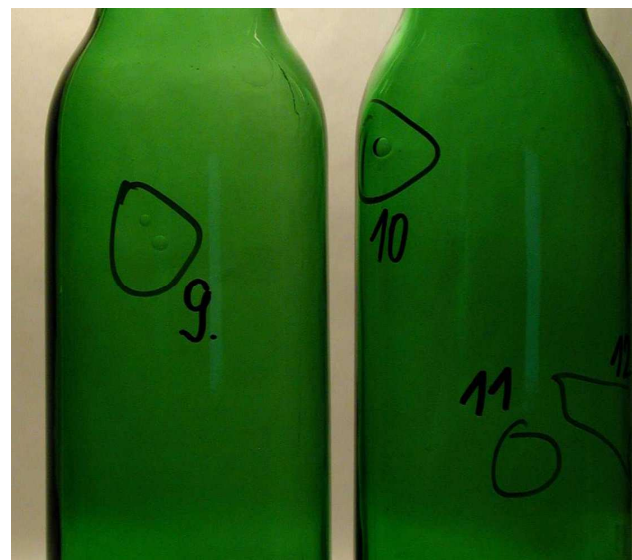
Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]									Note	
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄		H ₂
M1	6,40	5,00	0,40	2,34	6,70E-03	>4	0,2	0,6		TR.	99,2		TR.				Deposit
Cluster																100,0	

Fémszennyezés – rozsdás fémdarabka



Contamination of glass by Fe oxides

No.	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]									
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄	H ₂
1	0,36	0,48	0,41	0,41	3,71E-05	16,0		0,3	99,7							



Sample: Green Glass Bottles

Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]										Note
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄	H ₂	
1	2,40	1,23	0,67	1,26	1,04E-03	> 2	0,5	99,4					0,1				Deposits
2	2,95	1,60	0,20	0,98	4,94E-04	32,5	1,8	96,5		TR.		0,8	0,9				Deposits
3	5,85	1,55	0,32	1,43	1,52E-03	> 2	0,4	97,8				1,1	0,7				Deposits
4	3,25	1,44	0,37	1,20	9,07E-04	19,5	1,1	98,4		TR.		0,2	0,3				Deposits
5	4,20	2,45	0,45	1,67	2,42E-03	> 1	0,4	99,6					TR.				Deposits
6	4,25	1,43	0,33	1,26	1,05E-03	> 1	1,5	0,7		TR.		0,4		7,2	13,7	76,5	Deposits
7	2,80	3,75	0,31	1,48	1,70E-03	> 3	0,3	97,3				1,8	0,6				Deposits
8	3,90	2,70	0,48	1,71	2,62E-03	> 2	1,0	96,8				1,7	0,5				Deposits
9	3,25	2,65	0,23	1,26	1,04E-03												
10	7,80	5,20	0,67	3,01	1,42E-02	14,0		99,7					0,3				Deposits

➤ Csomagoló üveg

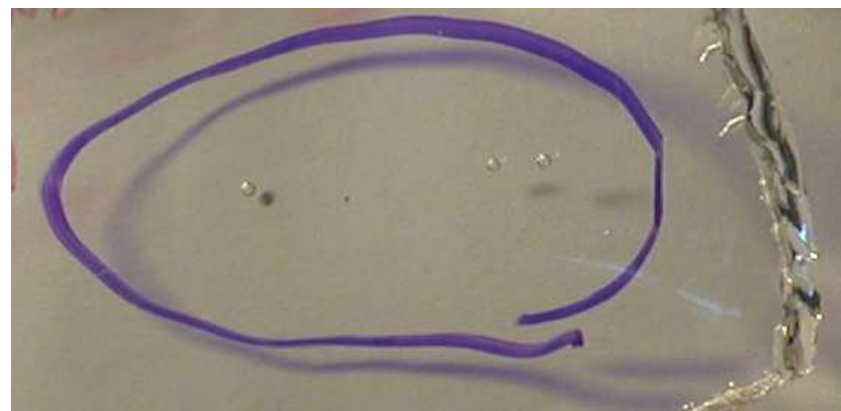
- ◆ a buborékok egy sorban, vagy egyesével jelennek meg
- ◆ általában nagyméretű buborék
- ◆ az oxigén tartalom általában több mint 90 %
- ◆ csökkentett oxigén → hosszabb ideig marad a buborék az olvadékban



No.	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]									Note	
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄		H ₂
1	0,82	0,83	0,66	0,76	2,34E-04	>6.0	2,7	4,7	92,5	0,1							
2	1,16	1,50	0,73	1,08	6,65E-04	>7.5	20,3	0,7	78,8	0,2	TR.						
3	1,10	1,03	0,80	0,97	4,75E-04	>9.0	65,8	1,3	32,2	0,7							
4	0,80	0,80	0,60	0,73	2,01E-04	>7.0	6,7	2,7	90,5	0,1							
5	0,85	0,88	0,58	0,76	2,27E-04	>8.5	1,1	1,7	97,2	TR.							
6	0,93	0,86	0,63	0,80	2,64E-04	>8.0	2,5	3,1	94,4	TR.							
7	0,95	0,83	0,53	0,75	2,19E-04	>6.0	1,0	0,7	98,3	TR.							
8	0,73	0,72	0,58	0,67	1,59E-04	19.0	0,8	0,9	98,3	TR.							
9	1,42	1,55	0,93	1,27	1,07E-03	>6.0	7,8	0,6	91,5	0,1							
10	2,70	1,50	0,50	1,27	1,06E-03	>5.5	3,3	0,2	96,5	TR.							

Boroszilikát üveg

- egy sorban, vagy egyedileg megjelenő buborékok
- általában nagyméretű buborékok
- magas oxigéntartalom



Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]				
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂
1	11,00	2,25	0,20	1,70	2,59E-03	>1		0,3	99,7		
3	7,05	2,20	0,20	1,46	1,62E-03	>2		0,2	99,8		
4	0,94	0,59	0,20	0,48	5,81E-05	22,0	0,1	1,0	98,9		
5	0,74	0,51	0,20	0,42	3,95E-05	9,0		2,1	97,9		
5b	0,24	0,62	0,15	0,28	1,17E-05	11,0		7,8	92,2		
6	0,81	0,42	0,20	0,41	3,56E-05	7,0	5,1	0,3	94,6	TR.	
7	7,00	2,00	0,20	1,41	1,47E-03	>1		0,2	99,8		
8	5,00	1,60	0,20	1,17	8,38E-04	>2		0,2	99,8		

Barna csomagolóüveg

No.	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]									
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO		
1	1,00	0,73	0,40	0,66	1,53E-04	23,0	74,0	7,9	17,1	1,0						
2	0,80	0,76	0,56	0,70	1,78E-04	>7,5	93,8	4,9		1,0		0,3				
3	1,33	1,26	0,82	1,11	7,16E-04	>7,0	96,1	2,7		1,0		0,2	TR.			
11	1,16	1,22	0,73	1,01	5,39E-04	>8,0	86,0	1,7	11,4	0,9						
12	1,42	1,07	0,23	0,71	1,85E-04	16,5	93,7	4,7		1,0		0,6	TR.			



Fehér csomagolóüveg

Sample ID	Dimension [mm]			D.EQ. [mm]	Volume [ml]	p [kPa]	Gas composition [%]										Note
	a	b	c				N ₂	CO ₂	O ₂	Ar	SO ₂	H ₂ S	COS	CO	CH ₄	H ₂	
1	2,10	2,00	1,00	1,61	2,20E-03	>4,5	78,4	TR.	20,7	0,9							
2	2,20	2,20	1,00	1,69	2,53E-03	>5,5	78,4	TR.	20,7	0,9							
3	1,66	1,83	0,83	1,36	1,32E-03	>5,5	78,9	TR.	20,2	0,9							
4	4,40	3,00	1,00	2,36	6,91E-03	>3,5	77,8	TR.	21,3	0,9							
5	1,43	1,20	0,36	0,85	3,23E-04	>7,0	79,8	TR.	19,3	0,9							
6	1,58	1,90	0,50	1,14	7,86E-04	>1,5	70,8	27,4	0,5	0,6		0,2	0,5				
7	1,63	0,90	0,30	0,76	2,30E-04	>7,5	80,7	4,0	14,5	0,8							

- **Az üvegolvasztási és formázási technológia legmodernebb matematikai modellezéssel történő optimalizálása**

- Bemutatjuk, hogyan követhető nyomon a buborék az olvadéokban bizonyos körülmények között, illetve ez hogyan segíthet optimalizálni a kemence konstrukciót és üzemelést.
- Az offline optimalizálás mellett lehetséges a matematikai eszközök alkalmazásával online optimalizálás a fejlett modelleken alapuló prediktív vezérlési technikákkal.

A modellezés segít a kemence optimalizálásában az alábbi területeken:

- ◆ üvegminőség
- ◆ energiahatékonyság
- és kemence élettartam

Elektromos pótfűtési technológia az üvegolvasztó kemencében

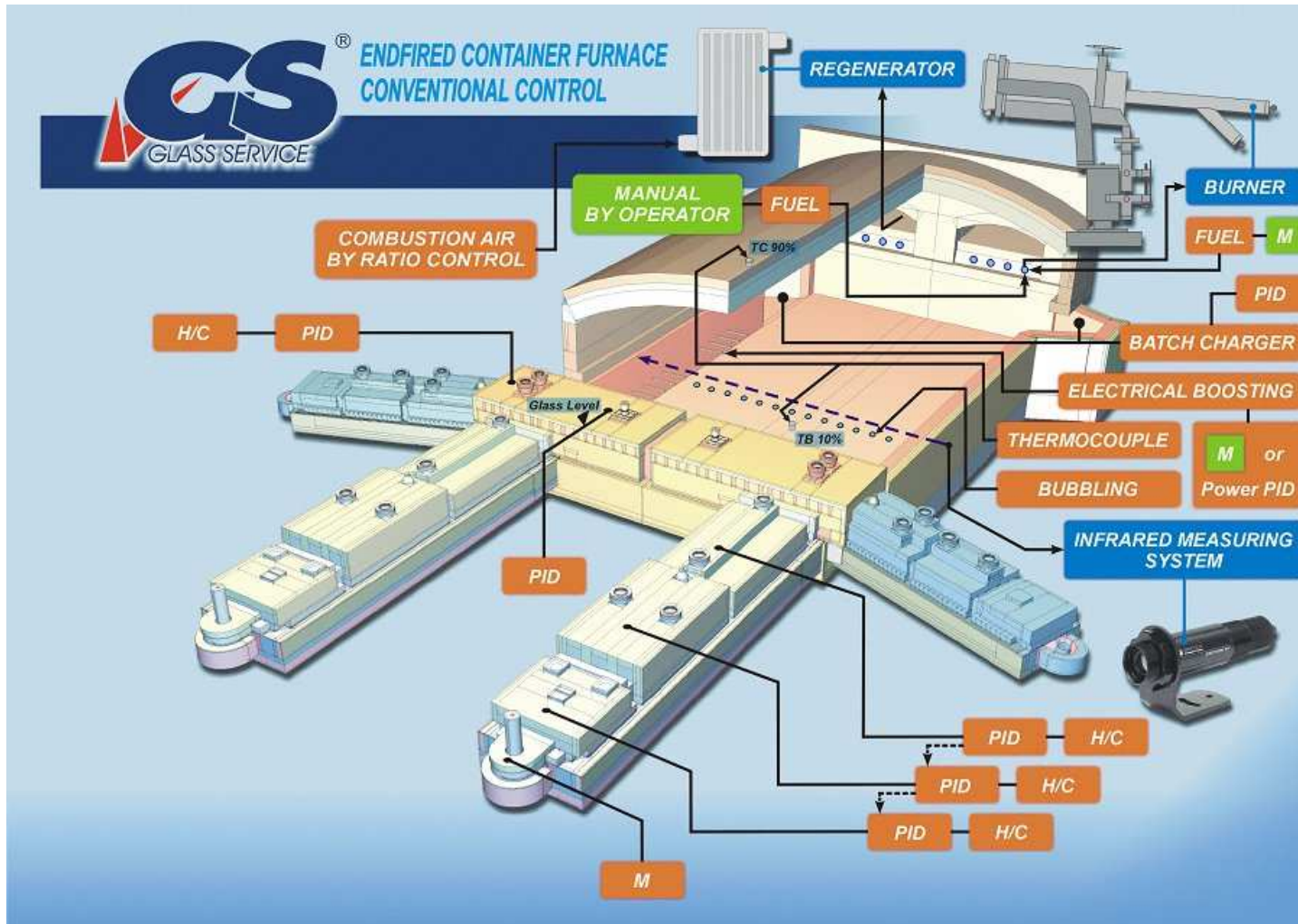
- A leggyakrabban alkalmazott megoldás az üvegminőség javítására és a kapacitás növelésére az elektromos pótfűtés.
- Javul a hőbevitel a keverékbe és az olvadékba

- ◆ Az elektromos pótfűtés üzemelés közben is beépíthető akár a már előkészített helyekre, vagy a fenék, illetve oldalfal megfűrésésével.
- ◆ Az elektromos pótfűtés két követelményt is kielégít egyidejűleg, nevezetesen további energiabevitelt és az üvegolvadék homogenizálását.
- ◆ Az elektromos pótfűtés alkalmazása lehetővé teszi az üvegminőség jobb kézben tartását az olvadék áramlás és a keverékvonal helyének jobb szabályozásával.

- ◆ Az emisszió csökkentés és az elektromos pótfűtés manapság gyakran megvitatott kérdés
- ◆ Az elektromos pótfűtés hatékonyságát az határozza meg, milyen precízen tervezték meg a pótfűtési rendszert a kemence méretének és formájának, a hőmérsékleti kondíciók és az üvegolvadék áramlásának függvényében.
- ◆ Az elektromos pótfűtés hatékonysága és teljesítménye nagyban függ a rendszer megtervezésétől.



U-lángú csomagolóüveg kemence hagyományos szabályozása





ELEKTROMOS PÓTFUTÉS

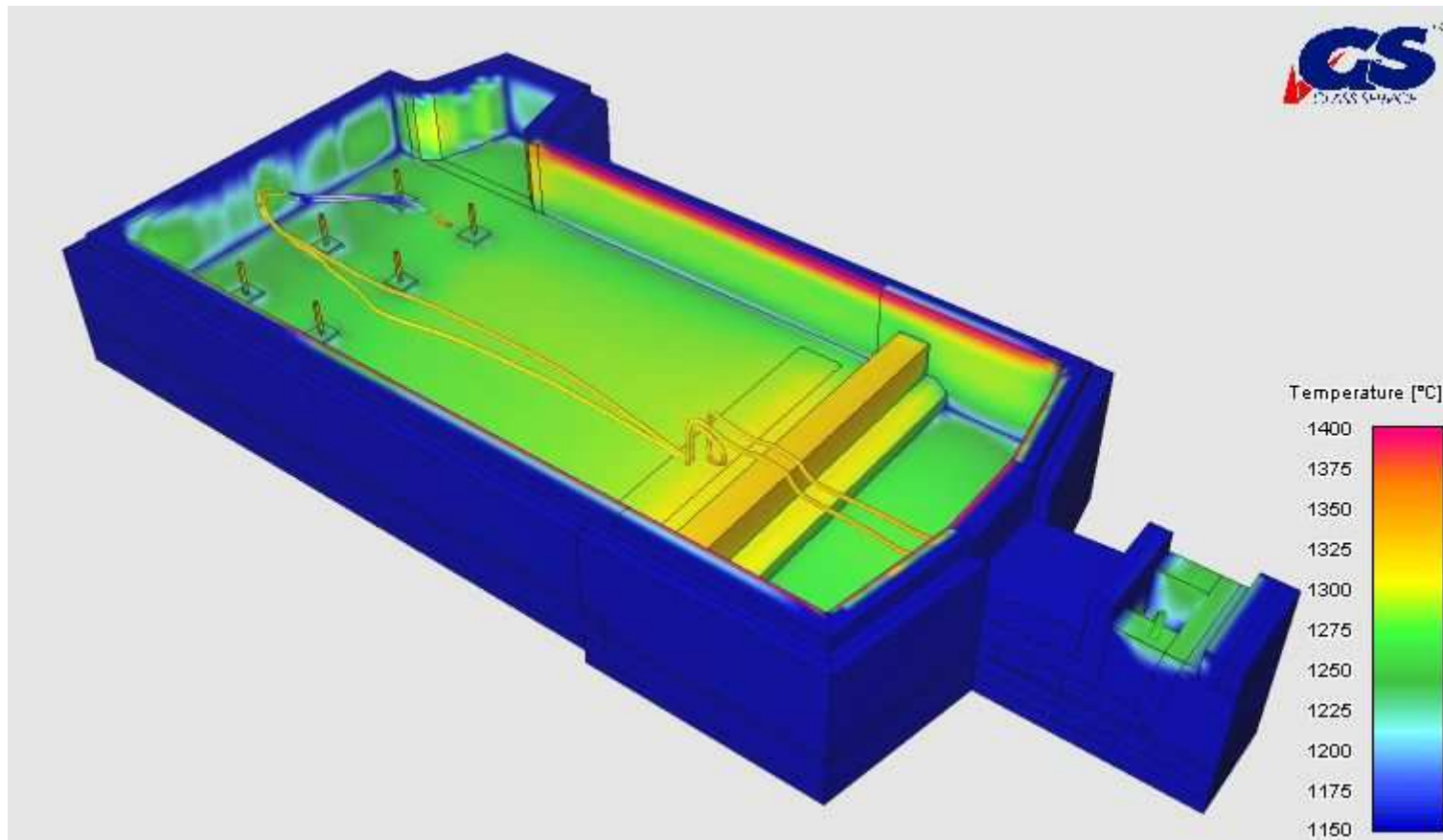
- Az adott helyzet, vagy a vevő igénye szerint az elektromos pótfűtés lehet horizontális és/vagy fenék elektródás a keverék vagy a gát fűtésénél.

- ◆ A modellezés javította a hőátadás jobb megértését, hogy közlődik az energia a lángból a keverékbe és az olvadékba.
- ◆ A matematikai modellezés (szimuláció) hangsúlyozottan fontos, mert lehetővé teszi a kemence konstrukció és az üzemelési körülmények változásának megfelelő és gyors kiértékelését.

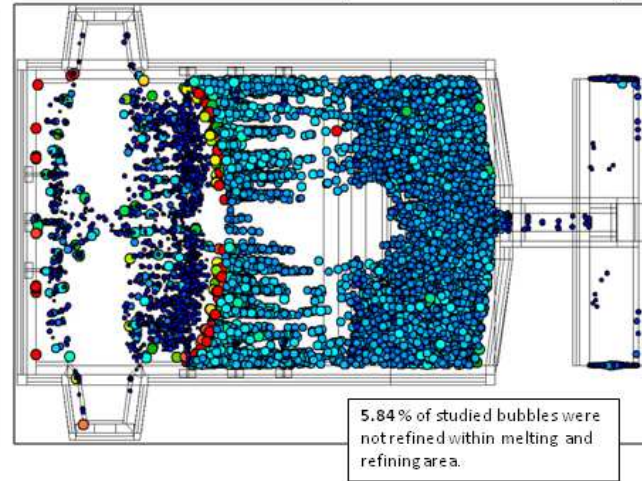
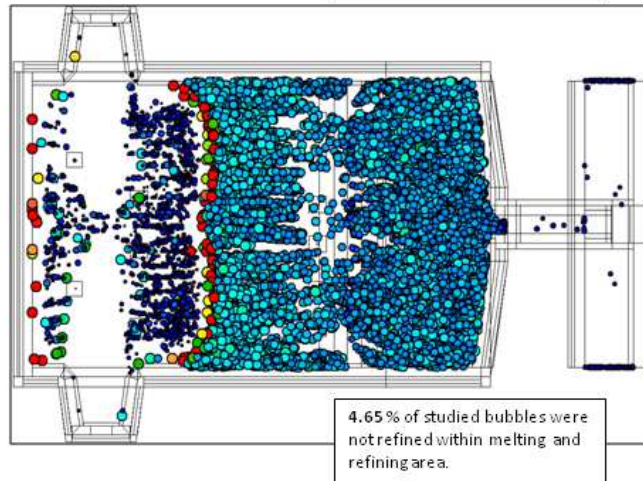
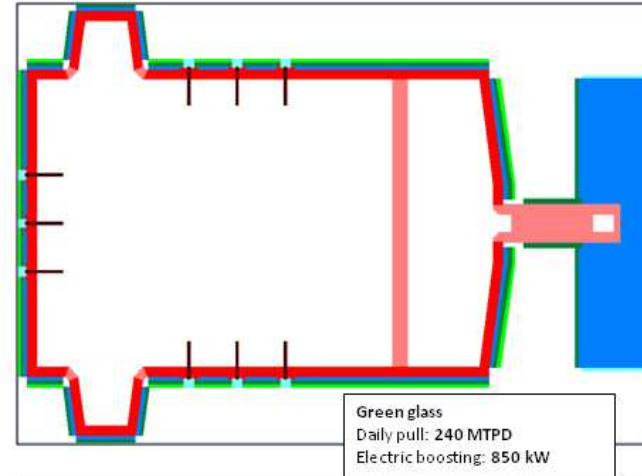
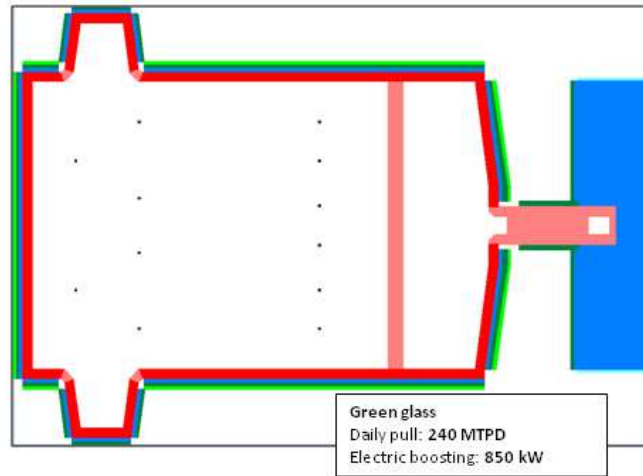
- A kemencekonstrukció módosítás és az elektromos pótfűtés homogenizálási folyamatra (üvegminőség) gyakorolt hatásának kiértékelésére, a kemencében való tartózkodási idők és az üvegolvadék hőmérsékleti történetének kapcsolatát bemutató áramlási vonalakat használunk.
- Az a legfontosabb áramlási vonal, melynek a kemencén való áthaladása a legrövidebb tartózkodási időt és a legalacsonyabb hőmérsékletet mutatja.



ELEKTROMOS PÓTFUTÉS



- Az üveg minőségét derítési (tisztulási) kalkuláció alapján is megbecsülhetjük. A derítési kalkuláció során az üvegolvadék áramlást, a hőmérséklet eloszlást, a kritikus áramlási vonalat és a buborék fejlődési ráta hőmérsékleti függvényét használjuk fel annak meghatározására, hol tisztulnak ki a buborékok és közülük mennyi érheti el az olyan hidegebb kemence részeket, mint az adagolócsatorna

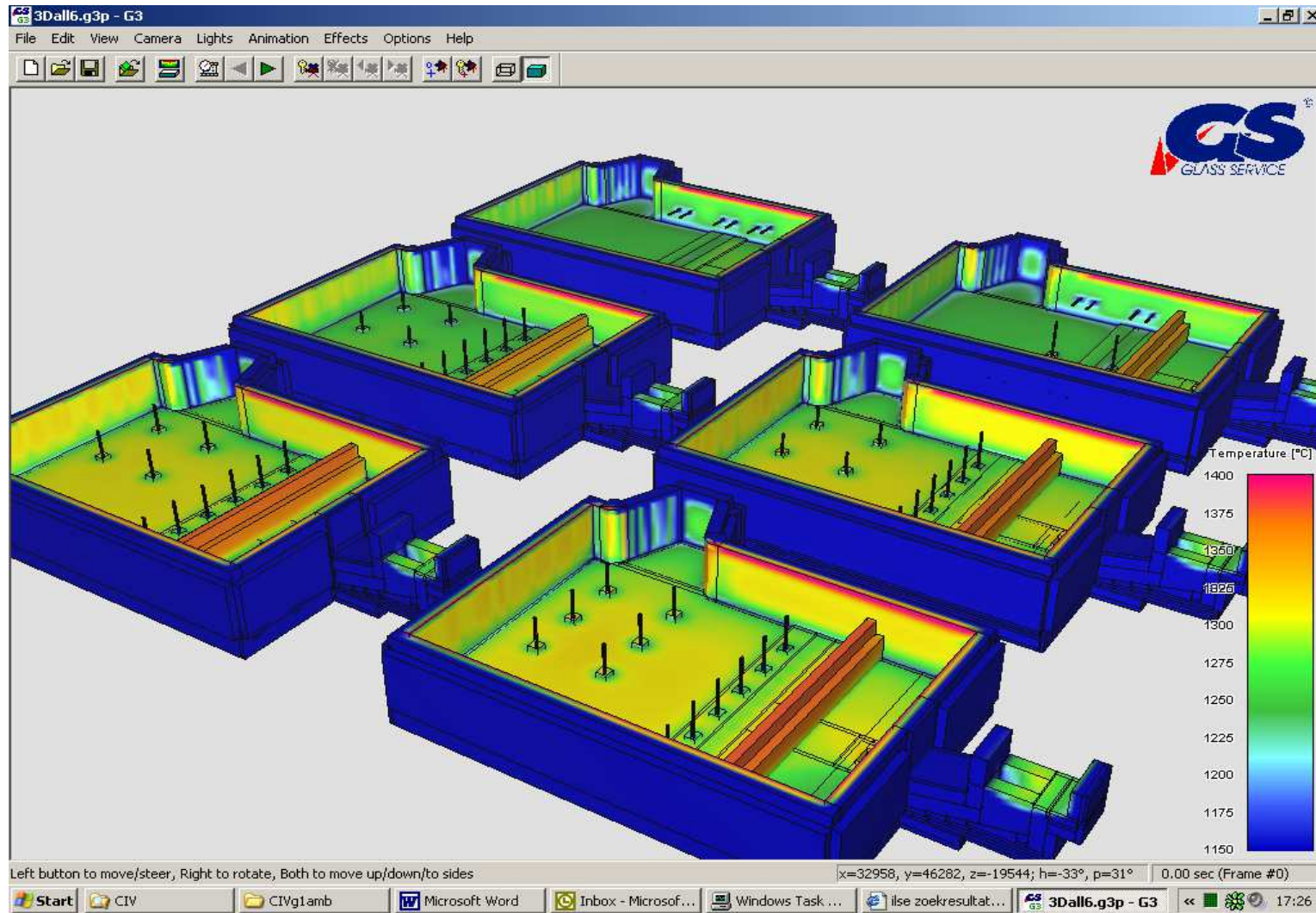


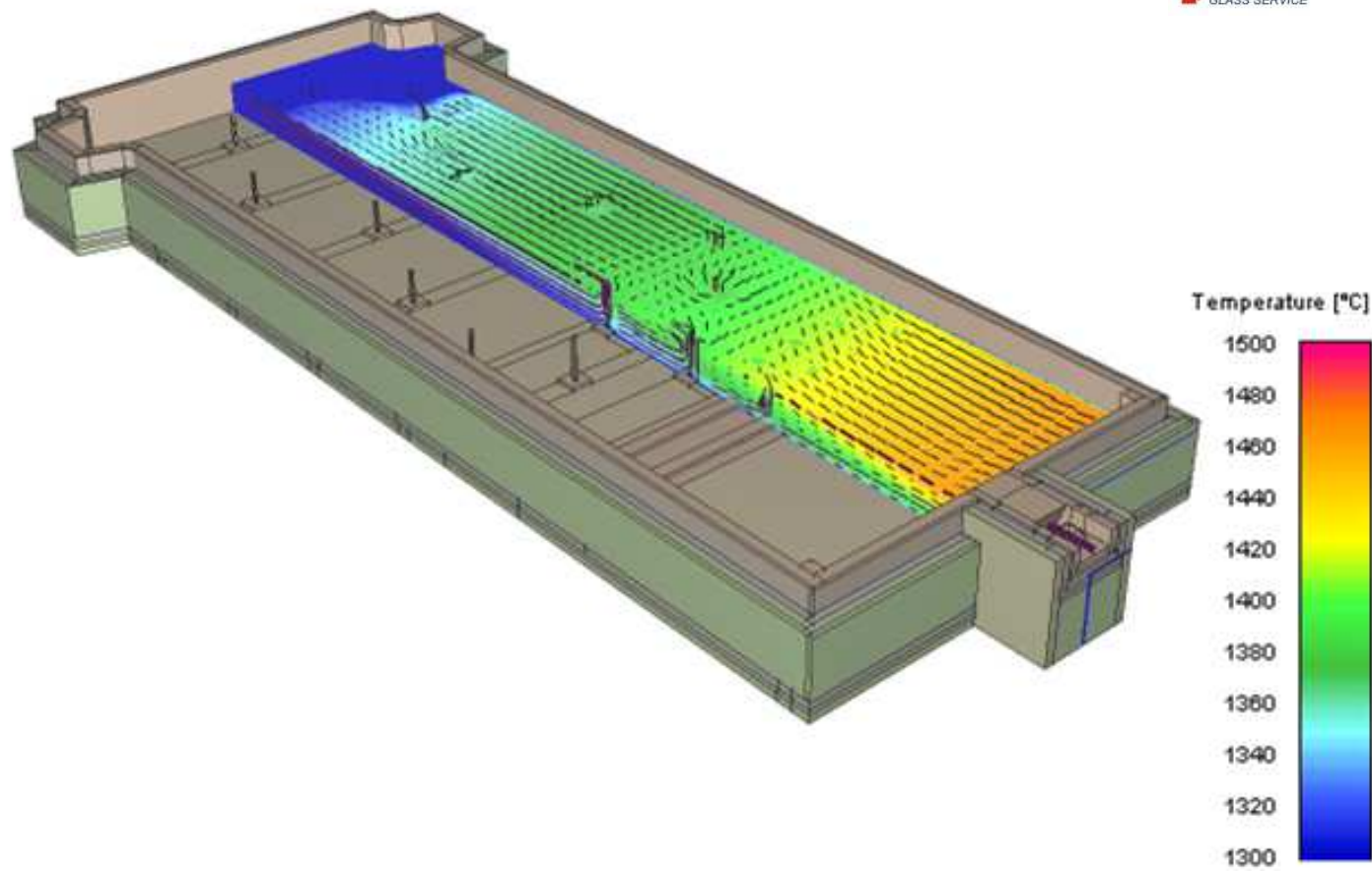
- ◆ A matematikai szimuláció például segít abban, hogy elkerüljék a lerövidített áramlási utakat, javította az olvasztási körülményeket és a teljesítményt a tartózkodási idők megnövelésével.
- A matematikai modellezés optimalizálhatja az energia eloszlását, és ez által megváltoztatja a természetes hőáramlást a kemencében, valamint ott szabaduljon fel a hő, ahol a legnagyobb szükség van rá.

- ◆ Számos egyéb előnyös fejlesztés is megtörtént a modellkísérletek alapján, beleértve a pótfűtés elrendezésének optimalizálását, és a buborékoltató elhelyezését.
- ◆ A modellkísérletek segítenek az interaktív hatások felismerésében is (parametrikus tanulmányok).

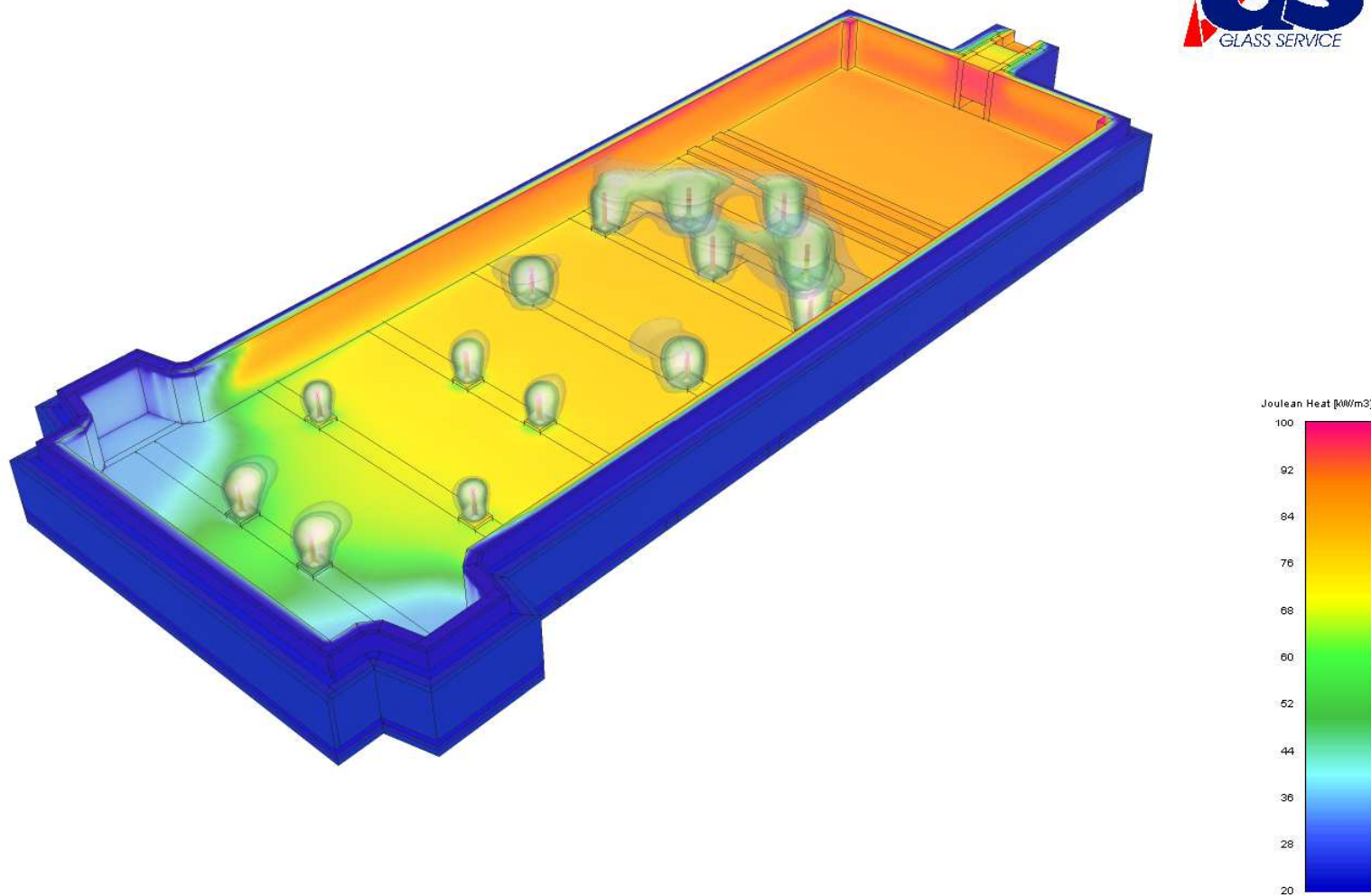
- ◆ Az energiahatékonyság és az üvegminőség közvetlen összefüggésben áll az elektromos pótfűtési rendszer konstrukciójával.
- ◆ Nincsenek meghatározott szabályok vagy irányelvek, melyeket követni kellene. Minden egyes esetet, vagy helyzetet a saját érdemei szerint kell elbírálni.
- ◆ Elkerülhetetlen az olvasztókemence konstrukciójának elfogulatlan, széleskörű üvegipari tapasztalatokon alapuló megközelítése.

- ◆ Kemence adatok gyűjtése
- ◆ Az elektromos pótfűtés modellezése
- ◆ Az elektromos pótfűtés megtervezése és a rajzok elkészítése
- ◆ A berendezés legyártása
- ◆ Az elektromos pótfűtés installálása és üzembe helyezése
- ◆ Segítségnyújtás az üzemindítás és a garancia teszt alatt
- ◆ Utólagos szerviz és felülvizsgálat





Joulean heat



- Az energiahatékonyság és az üvegminőség, valamint az elektromos pótfűtés teljesítménye közvetlen függ a kialakított rendszertől.
 - ◆ Nincsenek meghatározott szabályok és irányelvek, melyeket követni kellene. Minden egyes esetet, vagy helyzetet a saját érdemei szerint kell elbírálni.
 - ◆ Elkerülhetetlen az olvasztókemence konstrukciójának elfogulatlan, széleskörű üvegipari tapasztalatokon alapuló megközelítése.



ADVANCED SOLUTIONS FOR
Glass Melting - Conditioning - Forming

Kapcsolat:

GLASS SERVICE, INC.

**Rokytnice 60, 755 01 Vsetin
Czech Republic**

T: +420 571 498 511

F: +420 571 498 599

info@gsl.cz

www.gsl.cz