



TGK-technika, sklo a umění s.r.o.
Skalice 230
CZ 471 17 Skalice u Č.Lípy

mail : amilo@tgk.cz tel : +420602224498

Skleněná koruna Vřídelní fontány

Obsah :

1. Analýza povrchů stávajícího skla na mikrosondě na VŠCHT v Praze , výsledky z měření a jejich diskuse především vzhledem ke korozi původního skla.
Měření provedl prof.RNDr.Ondrej Gedeon Ph.D.DSc .
Diskusi výsledků provedl Ing.Jaroslav Švácha za spolupráce a konzultací s prof.RNDr.Ondrejem Gedeonem Ph.D.DSc.
2. Průvodní zpráva navrhované rekonstrukce skla Skleněné koruny
3. Rozpočet výměny skel Skleněné koruny

Stav dne 24.3.2021

vypracoval : Ing.Jaroslav Švácha

Hodnocení koroze povrchů a středu tabule skla z původní Skleněné koruny

Při osobní návštěvě a kontrole stávajícího stavu Skleněné koruny Vřídla v Karlových Varech byl odebrán vzorek původního skla. Jednalo se o prasklou část skla v dolní části koruny. Odebrané sklo bylo připravené do formy vzorku 15x15 mm velikost hrany pro měření na mikrosondě VŠCHT v Praze. Měření provedl prof. RNDr. Ondřej Gedeon Ph.D. DSc.

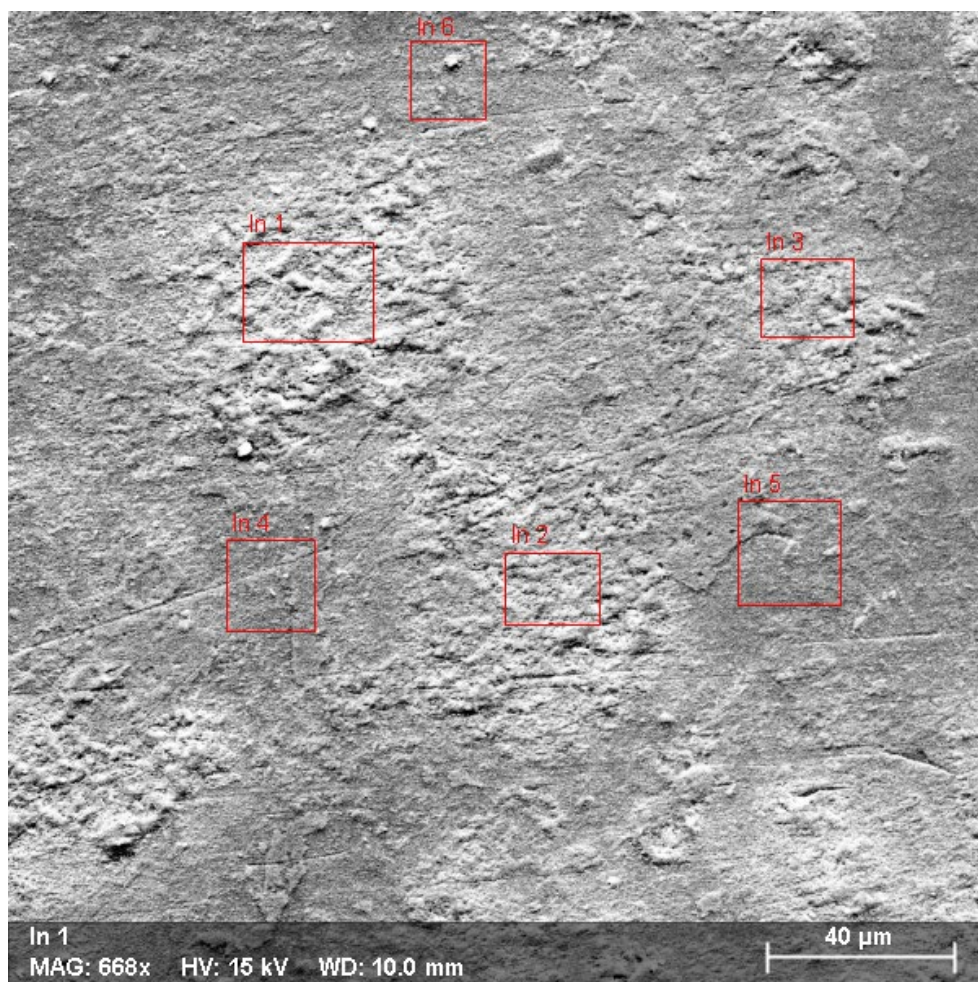
Vzorek byl na povrchu mechanicky očištěný měkkým hadříkem a následně omyt acetonem. Vzorek byl umístěn na hliníkovém držáku a upevněn uhlíkovou pastou. Následně byly pomocí magnetronového naprašování (Bal-Tec SCD 500) pokryty vrstvou Au/Pd o tloušťce cca 10 nm. Po naprašování byl vzorek ihned přemístěn do vakua a analyzován.

Analýzy byly provedeny pomocí EDX (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) na přístroji Hitachi S-4700 vybaveném SDD analyzátozem rtg. záření Thermo Scientific UltraDry. Nejdříve byly získány obrázky pomocí SEM v režimu sekundárních elektronů, ukazující možné přítomné fáze. Analýzy z vybraných míst byly provedeny při energiích primárních elektronů 15 keV.

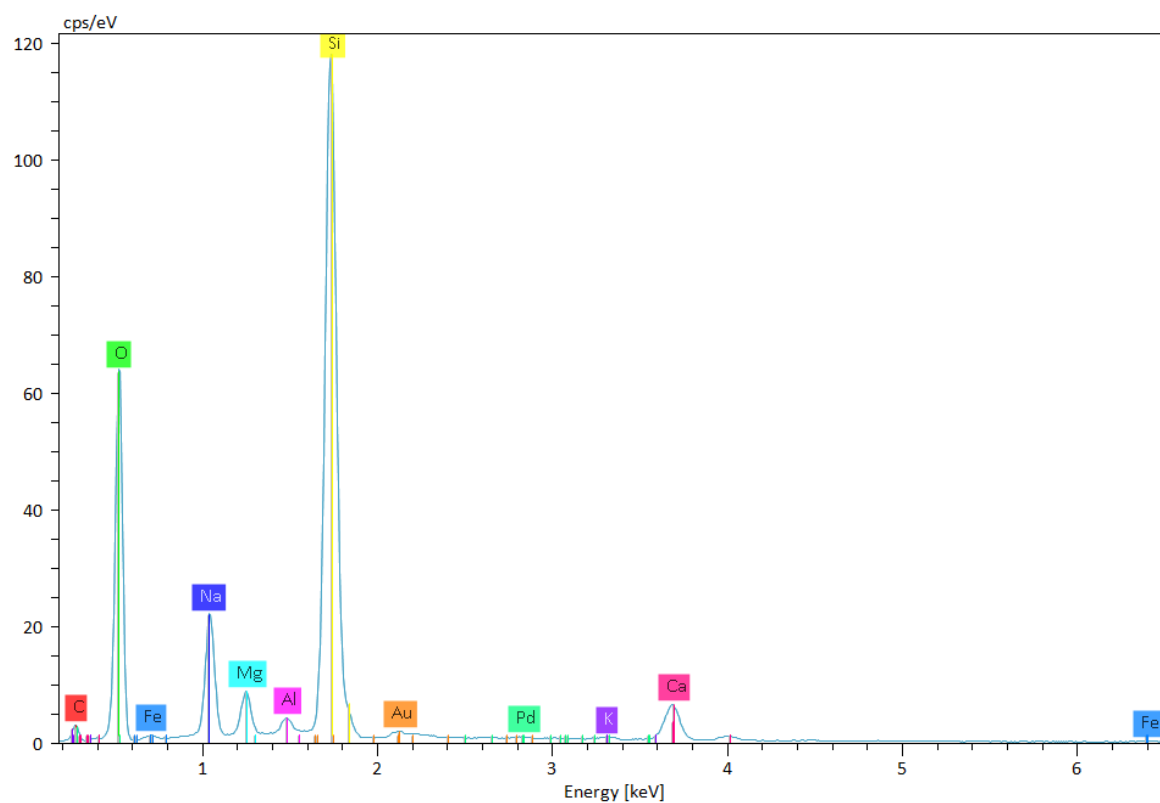
Samotné analýzy sestávají z obrázků na rastrovacím elektronovém mikroskopu (vpravo dole je měřítko), na kterém jsou vyznačeny analyzované oblasti/body o formátu „Vzorek_číslo vzorku_číslo oblasti, z nichž byla sejmuta příslušná rtg. spektra. Za každým obrázkem následují zpracovaná spektra s identifikovanými prvky. K jednotlivým spektrům jsou připojeny tabulky vypočtených složení. Kvantitativní analýzy se provedly pomocí korekční metody Proza s použitím softwarových standardů. Při analýzách se předpokládala přítomnost oxidů.

Byla provedena analýza vnějšího povrchu skla, což je povrch, který byl v kontaktu s vnějším prostředím – atmosférou, dále byla provedena analýza vnitřního povrchu skla, který byl v kontaktu s atmosférou přesycenou parami Vřídla. Byla provedena také analýza na středu skleněné tabule, která byla doplněna ještě další analýzou z oblasti středu tabule směrem k vnitřnímu povrchu.

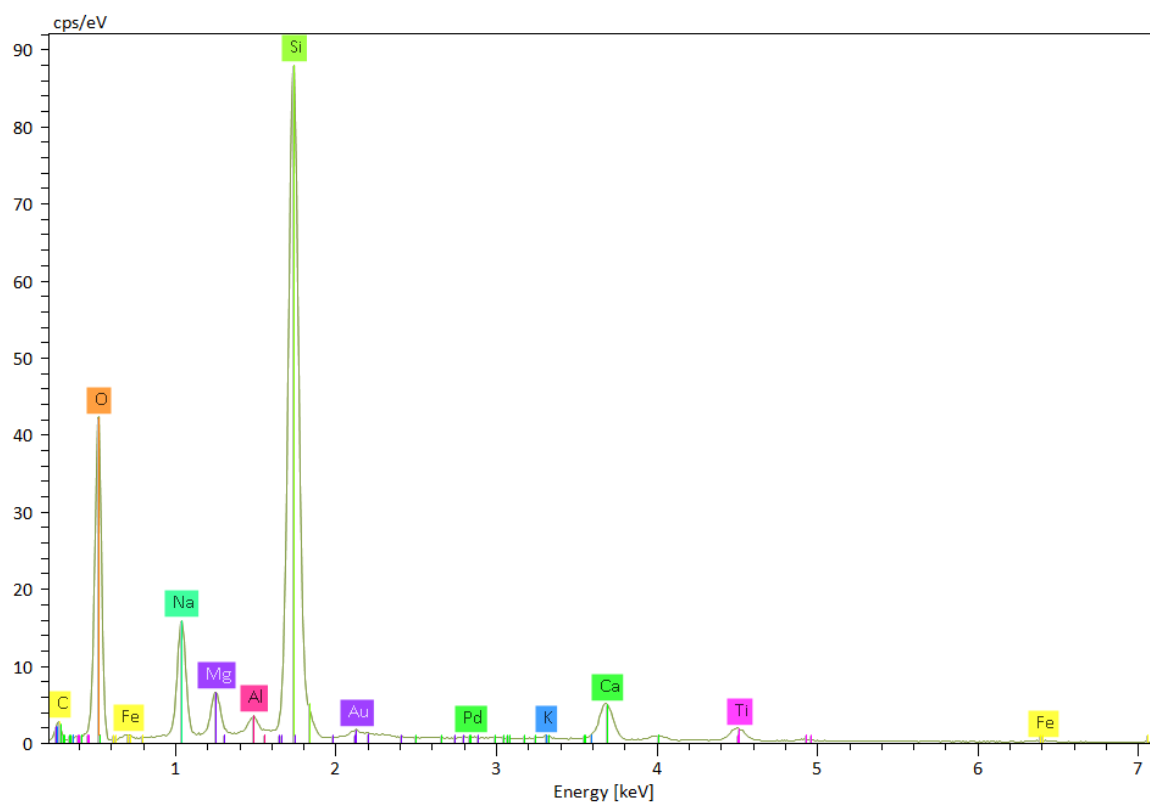
Vnitřní strana tabule skla – v kontaktu s vnitřním prostředím – atmosféra Vřídla



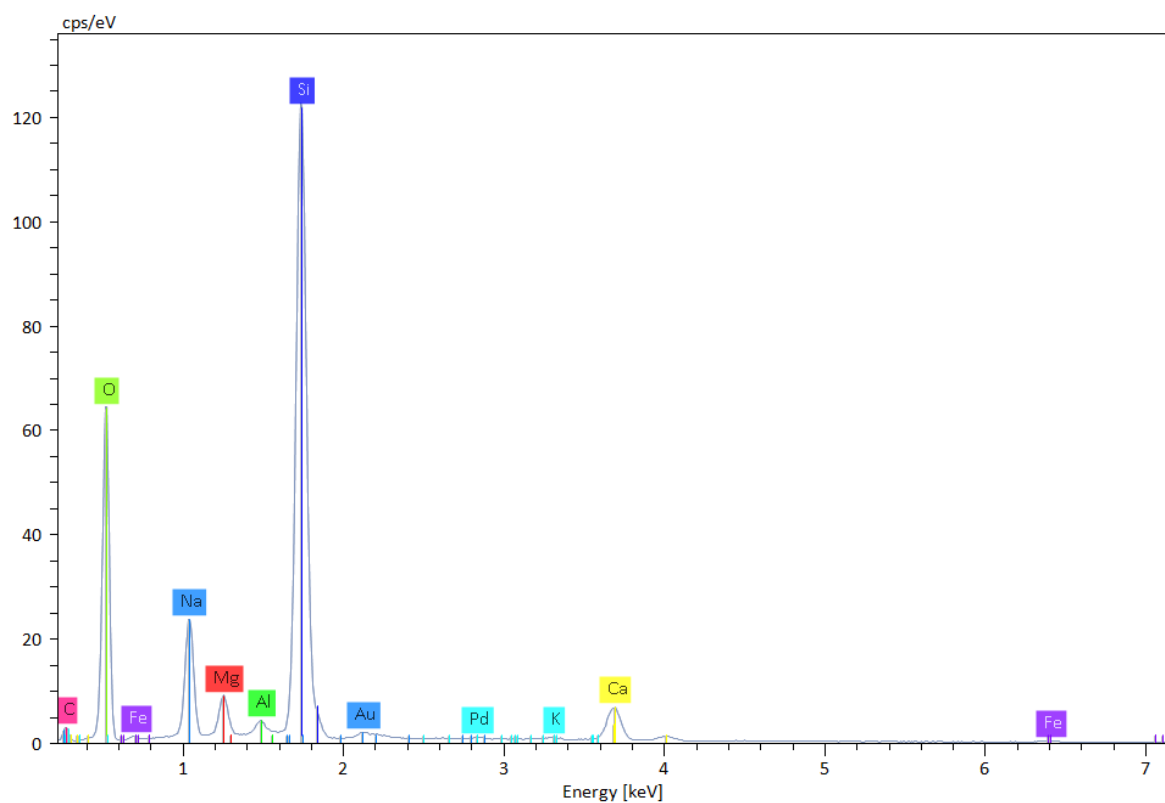
Z mikrosnímku povrchu je zřetelné , že je povrch strukturován několika výraznými nehomogenitami . V červeně označených oblastích pak následně byla elektronová mikroanalýza s následujícími výsledky :



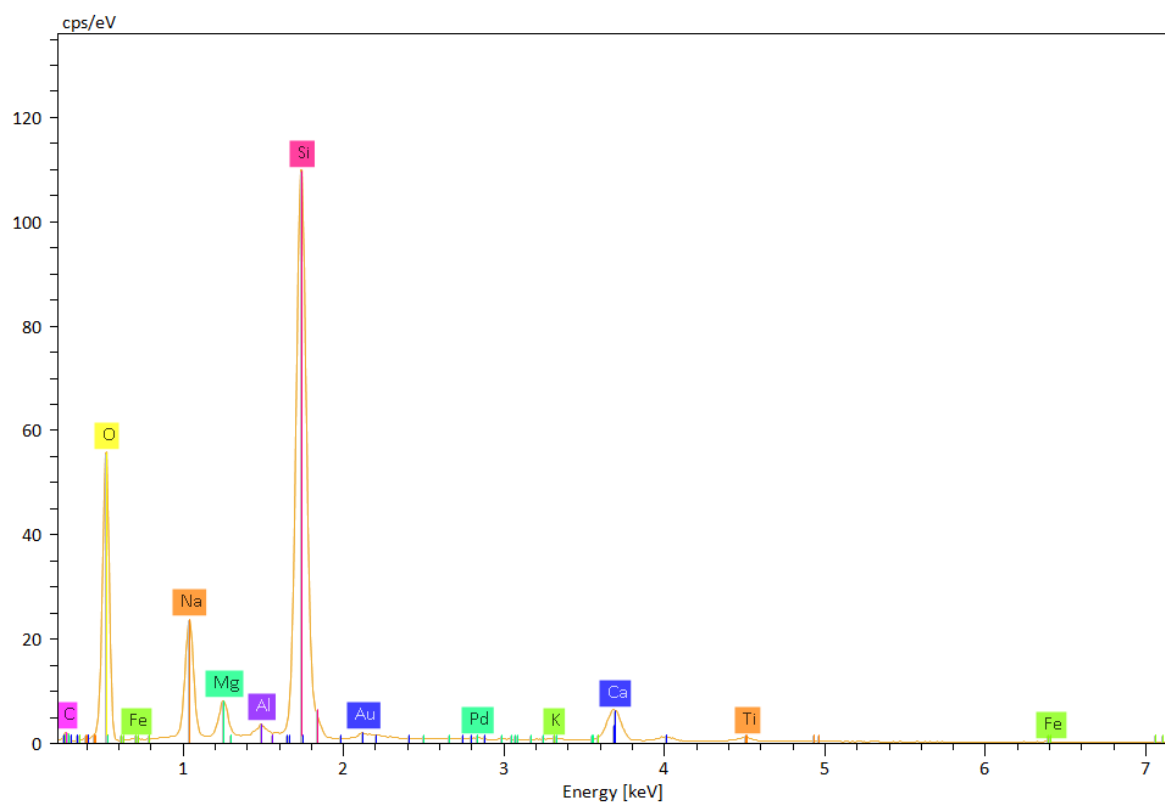
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	2837	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	91364	48.16	61.94		0.00
Sodium	11	37606	6.98	6.25	Na ₂ O	9.41
Magnesium	12	14009	2.05	1.74	MgO	3.40
Aluminium	13	5995	0.83	0.64	Al ₂ O ₃	1.58
Silicon	14	274588	36.37	26.64	SiO ₂	77.81
Potassium	19	1239	0.24	0.13	K ₂ O	0.29
Calcium	20	20846	4.81	2.47	CaO	6.73
Iron	26	830	0.54	0.20	Fe ₂ O ₃	0.78
Palladium	46	69	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4501	0.00	0.00		0.00



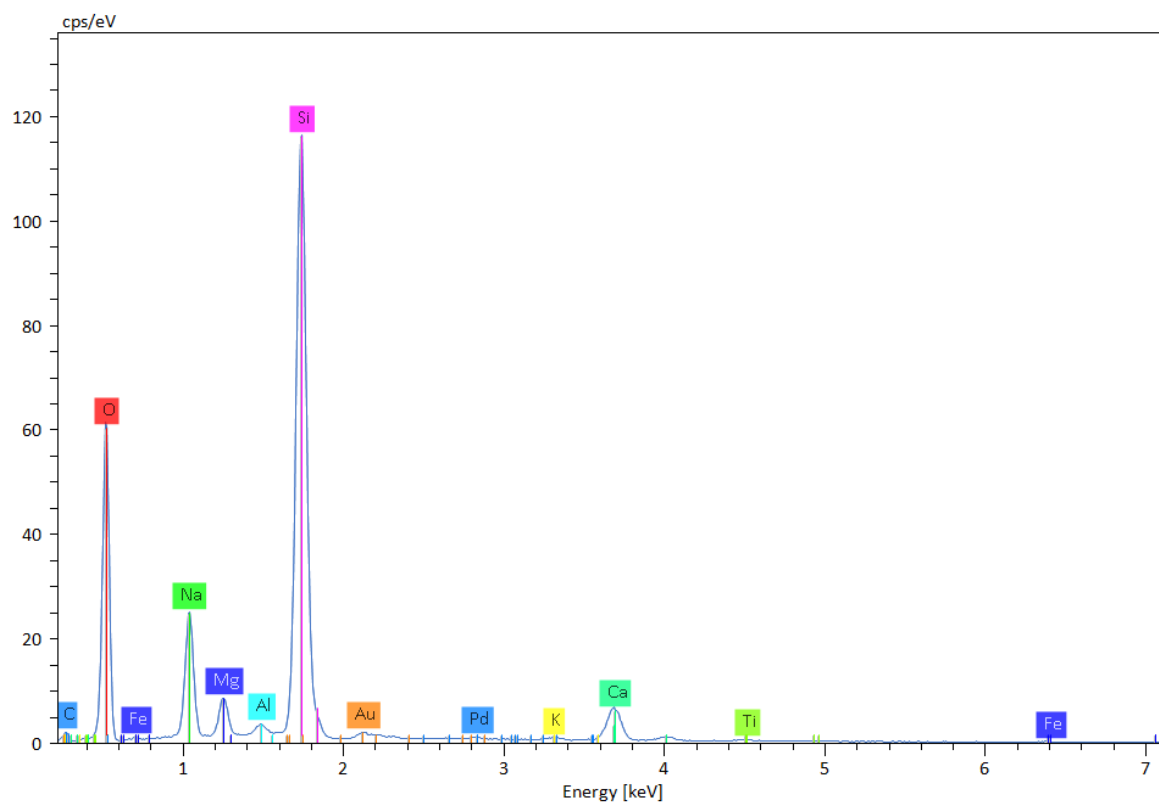
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	3369	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	76002	47.76	62.06		0.00
Sodium	11	34633	6.60	5.97	Na ₂ O	8.89
Magnesium	12	13504	2.01	1.72	MgO	3.33
Aluminium	13	5778	0.81	0.63	Al ₂ O ₃	1.54
Silicon	14	259485	34.73	25.71	SiO ₂	74.30
Potassium	19	1421	0.28	0.15	K ₂ O	0.34
Calcium	20	20832	4.82	2.50	CaO	6.74
Titanium	22	7998	2.43	1.05	TiO ₂	4.05
Iron	26	858	0.57	0.21	Fe ₂ O ₃	0.81
Palladium	46	0	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4033	0.00	0.00		0.00



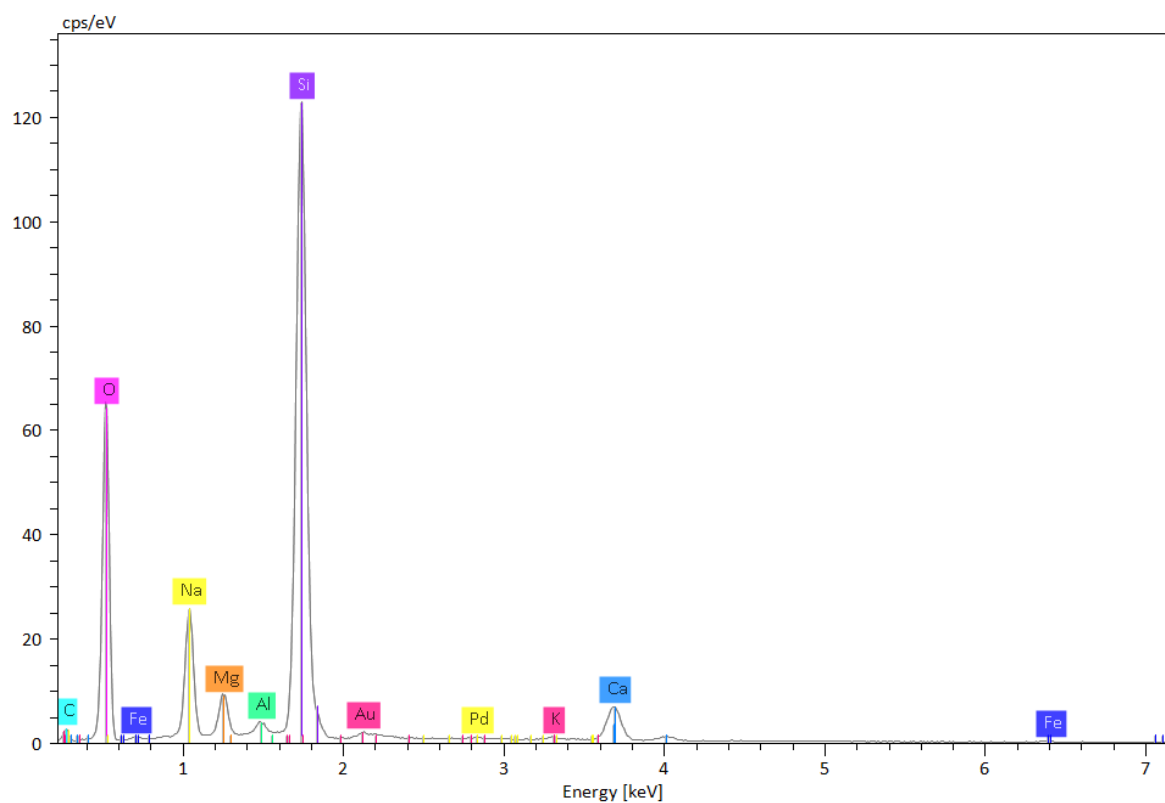
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	2592	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	89855	48.02	61.77		0.00
Sodium	11	40171	7.35	6.58	Na ₂ O	9.90
Magnesium	12	14059	2.04	1.73	MgO	3.38
Aluminium	13	5657	0.78	0.59	Al ₂ O ₃	1.47
Silicon	14	276679	36.18	26.51	SiO ₂	77.39
Potassium	19	1327	0.26	0.14	K ₂ O	0.31
Calcium	20	21254	4.84	2.48	CaO	6.77
Iron	26	841	0.54	0.20	Fe ₂ O ₃	0.78
Palladium	46	523	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4448	0.00	0.00		0.00



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	1972	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	83923	47.71	61.55		0.00
Sodium	11	43215	7.87	7.06	Na ₂ O	10.60
Magnesium	12	13839	2.02	1.71	MgO	3.35
Aluminium	13	4471	0.62	0.47	Al ₂ O ₃	1.17
Silicon	14	270741	35.43	26.04	SiO ₂	75.79
Potassium	19	1018	0.20	0.10	K ₂ O	0.24
Calcium	20	22126	5.02	2.58	CaO	7.02
Titanium	22	2756	0.82	0.35	TiO ₂	1.37
Iron	26	508	0.33	0.12	Fe ₂ O ₃	0.47
Palladium	46	283	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4487	0.00	0.00		0.00



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	1791	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	88816	47.78	61.55		0.00
Sodium	11	43365	7.83	7.01	Na ₂ O	10.55
Magnesium	12	14120	2.04	1.73	MgO	3.39
Aluminium	13	4447	0.61	0.47	Al ₂ O ₃	1.15
Silicon	14	274676	35.76	26.24	SiO ₂	76.50
Potassium	19	1351	0.26	0.14	K ₂ O	0.31
Calcium	20	22316	5.05	2.60	CaO	7.06
Titanium	22	1084	0.32	0.14	TiO ₂	0.54
Iron	26	540	0.35	0.13	Fe ₂ O ₃	0.50
Palladium	46	421	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4384	0.00	0.00		0.00



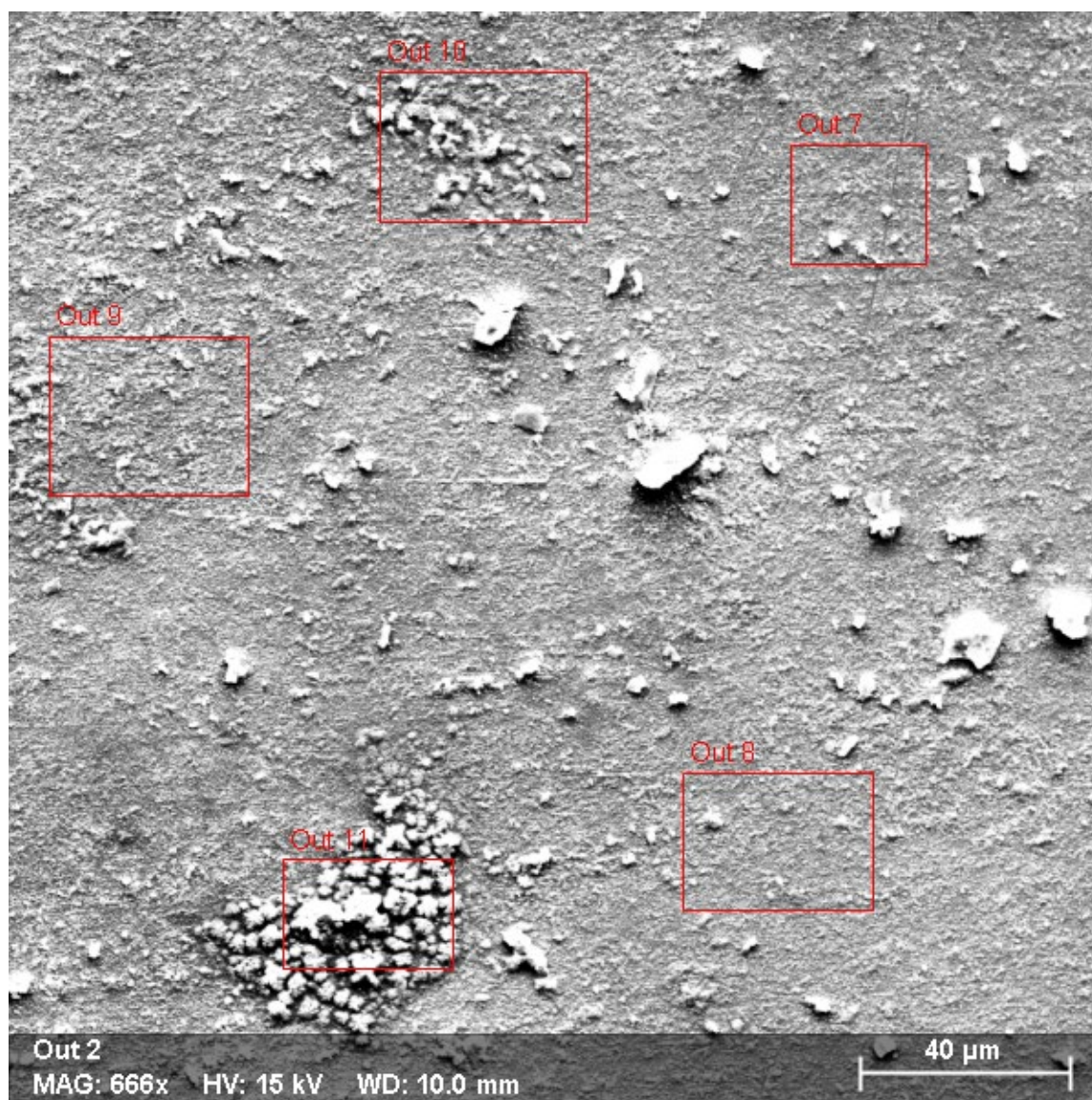
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	2271	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	90879	47.89	61.57		0.00
Sodium	11	42656	7.75	6.94	Na ₂ O	10.45
Magnesium	12	14715	2.13	1.81	MgO	3.54
Aluminium	13	5338	0.73	0.56	Al ₂ O ₃	1.39
Silicon	14	275063	35.94	26.33	SiO ₂	76.90
Potassium	19	1231	0.24	0.13	K ₂ O	0.29
Calcium	20	21752	4.94	2.53	CaO	6.91
Iron	26	577	0.37	0.14	Fe ₂ O ₃	0.53
Palladium	46	188	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4175	0.00	0.00		0.00

Diskuse výsledků analýzy vnitřní strany tabule – tato strana byla v kontaktu s výpary z Vřídla

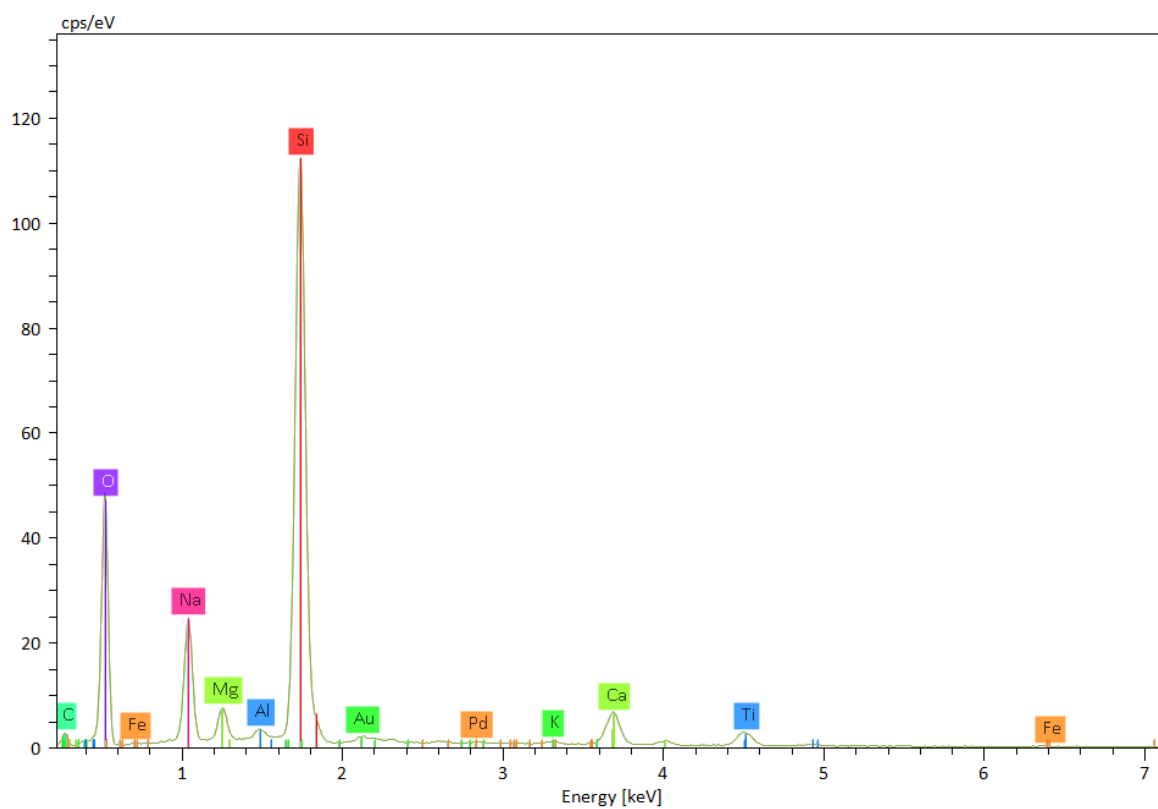
							průměr
Na2O	9,41	8,89	9,9	10,6	10,55	10,45	9,97
MgO	3,4	3,33	3,38	3,35	3,39	3,54	3,40
Al2O3	1,58	1,54	1,47	1,17	1,15	1,39	1,38
SiO2	77,81	74,3	77,39	75,79	76,5	76,9	76,45
SO3							
Cl-							
K2O	0,29	0,34	0,31	0,24	0,31	0,29	0,30
CaO	6,73	6,74	6,77	7,02	7,06	6,91	6,87
Fe2O3	0,78	0,81	0,78	0,47	0,5	0,53	0,65
TiO2		4,05		1,37	0,54		1,99

Vnitřní povrch skla je ochuzen zhuba o 3 % Na₂O a 0,5 % CaO naopak je zde zvýšený obsah Al₂O₃ zhuba o 0,5 % . Korozi vnitřní strany byl ze struktury skla uvolněn Na₂O. Do stechiometrie byl doplněn nadifundovaným TiO₂ , který v žádném případě nebyl v původním složení skla. TiO₂ se objevuje jako korozní produkt z nerezové konstrukce , který se uvolňoval působením korozních par odcházejících z Vřídla. Naměřené hodnoty koncentrací jednotlivých oxidů ukazují na ostrůvkovou nehomogenitu v povrchu skla . Touto nehomogenitu je již možné klasifikovat jako problematickou pro pevnost skla v dalším časové expozici. Při manipulaci s takto nehomogenním sklem (jeho povrchem) pak dochází k tlakové reakci mezi těmito nehomogenitami, které se v konečném důsledku projeví prasknutím tabule skla. Pokud se sklem nemanipuluje je možné i předpokládat , že v rámu vydrží. Ale při jakémkoliv pohybu tabule skla by pak zřejmě došlo k samovolnému prasknutí skla, především při odstraňování gumového těsnění a při čištění skla.

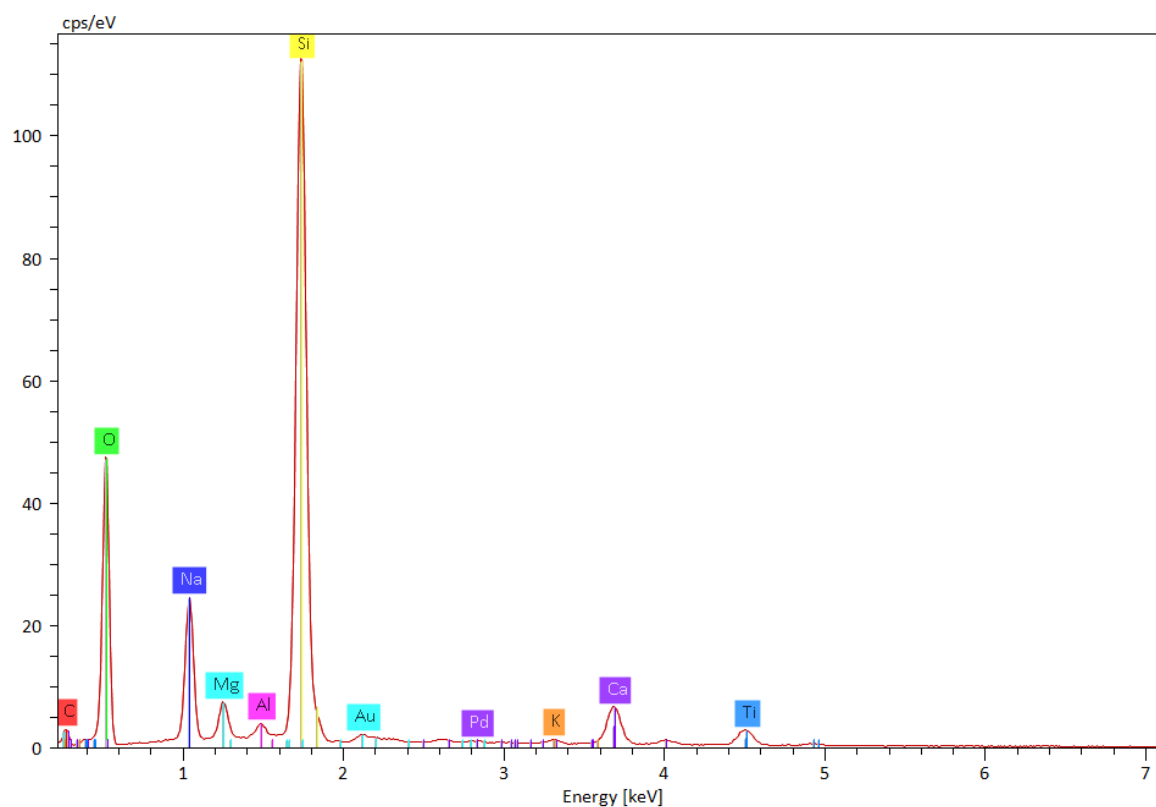
Vnější strana tabule skla – v kontaktu s vnějším prostředím (déšť, slunce, vzduch



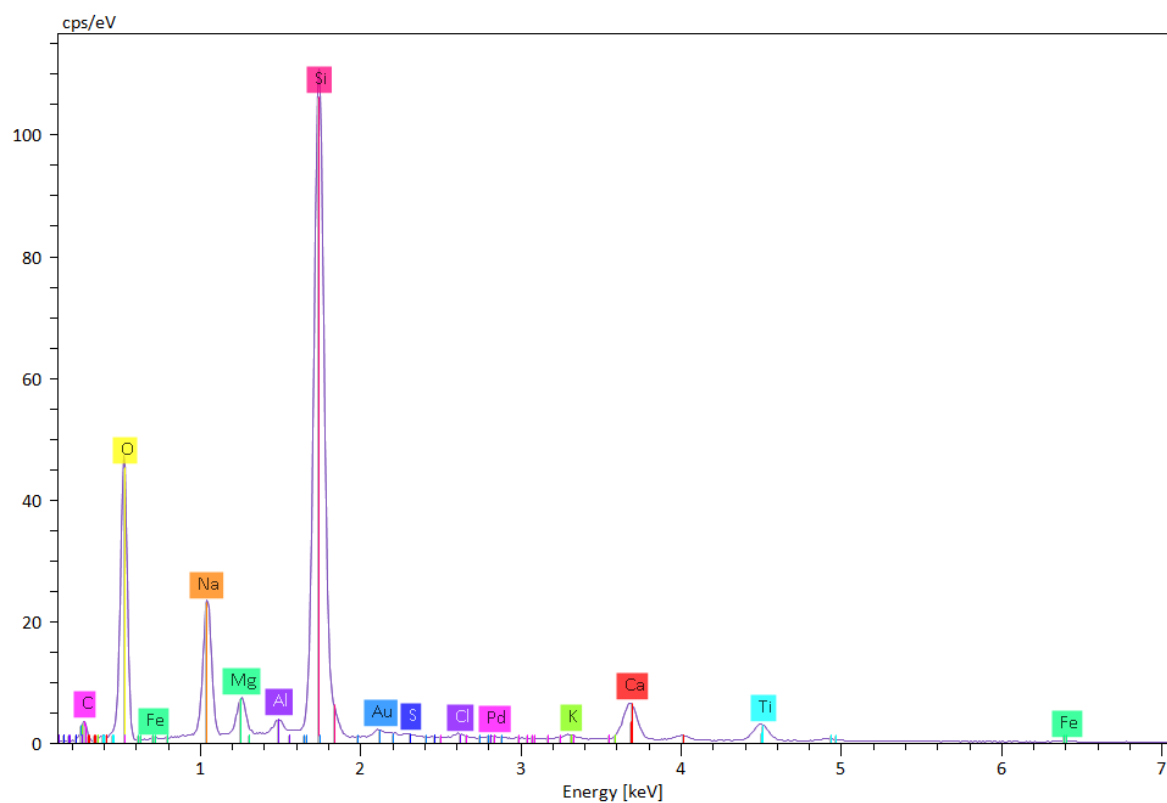
Mikrosnímek vnějšího povrchu ukazuje poměrně značnou nehomogenitu skla. Pro analýzu bylo vybráno pět oblastí , které se vizuálně od sebe poměrně dost odlišovaly.



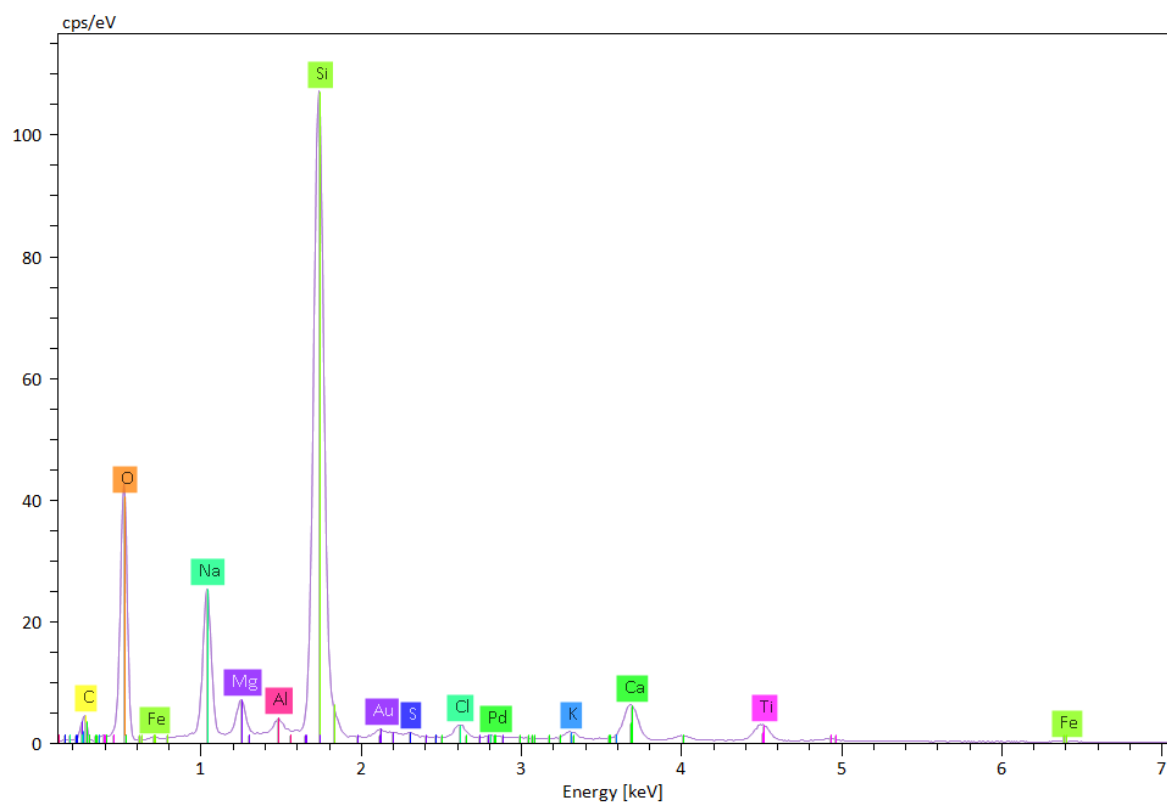
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	2635	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	67936	47.35	61.63		0.00
Sodium	11	41704	7.78	7.05	Na ₂ O	10.49
Magnesium	12	11580	1.71	1.47	MgO	2.84
Aluminium	13	4266	0.59	0.46	Al ₂ O ₃	1.12
Silicon	14	259740	34.12	25.30	SiO ₂	73.00
Potassium	19	1836	0.35	0.19	K ₂ O	0.43
Calcium	20	21408	4.84	2.51	CaO	6.77
Titanium	22	9974	2.96	1.29	TiO ₂	4.94
Iron	26	451	0.29	0.11	Fe ₂ O ₃	0.42
Palladium	46	261	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4168	0.00	0.00		0.00



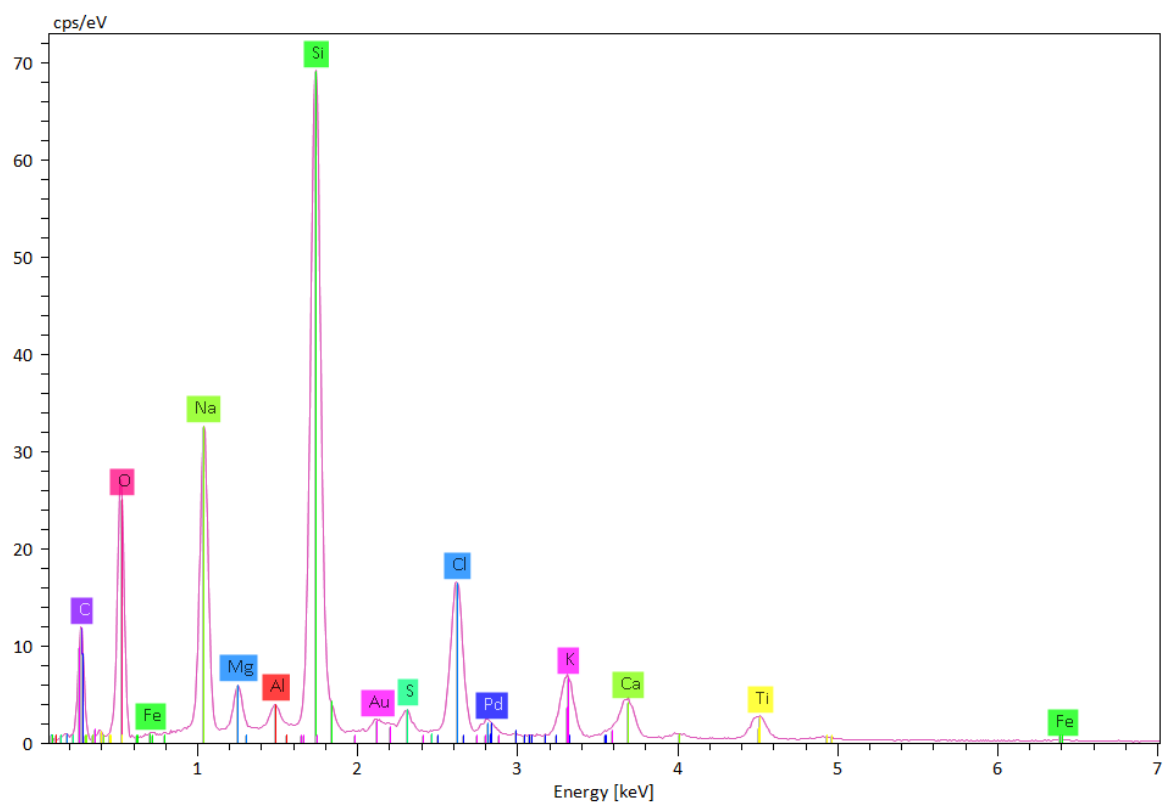
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	2854	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	66944	47.35	61.61		0.00
Sodium	11	41727	7.77	7.04	Na ₂ O	10.48
Magnesium	12	11397	1.68	1.44	MgO	2.79
Aluminium	13	4659	0.65	0.50	Al ₂ O ₃	1.22
Silicon	14	260067	34.16	25.32	SiO ₂	73.08
Potassium	19	2197	0.42	0.23	K ₂ O	0.51
Calcium	20	21633	4.89	2.54	CaO	6.84
Titanium	22	9683	2.88	1.25	TiO ₂	4.80
Iron	26	288	0.19	0.07	Fe ₂ O ₃	0.27
Palladium	46	321	0.00	0.00		0.00
Gold	79	3955	0.00	0.00		0.00



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	3458	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	66522	47.24	61.60		0.00
Sodium	11	40617	7.61	6.91	Na ₂ O	10.26
Magnesium	12	11535	1.71	1.47	MgO	2.83
Aluminium	13	4813	0.67	0.52	Al ₂ O ₃	1.27
Silicon	14	255903	33.71	25.04	SiO ₂	72.11
Sulfur	16	1103	0.18	0.12	SO ₃	0.46
Chlorine	17	1378	0.24	0.14		0.24
Potassium	19	2440	0.47	0.25	K ₂ O	0.57
Calcium	20	21233	4.81	2.50	CaO	6.73
Titanium	22	10309	3.07	1.34	TiO ₂	5.12
Iron	26	437	0.28	0.11	Fe ₂ O ₃	0.40
Palladium	46	384	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4238	0.00	0.00		0.00



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	4261	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	60586	46.59	61.03		0.00
Sodium	11	43251	8.15	7.43	Na2O	10.98
Magnesium	12	10713	1.60	1.38	MgO	2.66
Aluminium	13	4897	0.69	0.53	Al2O3	1.30
Silicon	14	248364	32.89	24.55	SiO2	70.37
Sulfur	16	1647	0.27	0.18	SO3	0.68
Chlorine	17	5803	1.01	0.60		1.01
Potassium	19	3883	0.76	0.41	K2O	0.91
Calcium	20	20473	4.66	2.44	CaO	6.52
Titanium	22	10350	3.10	1.35	TiO2	5.16
Iron	26	431	0.28	0.11	Fe2O3	0.40
Palladium	46	836	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4561	0.00	0.00		0.00



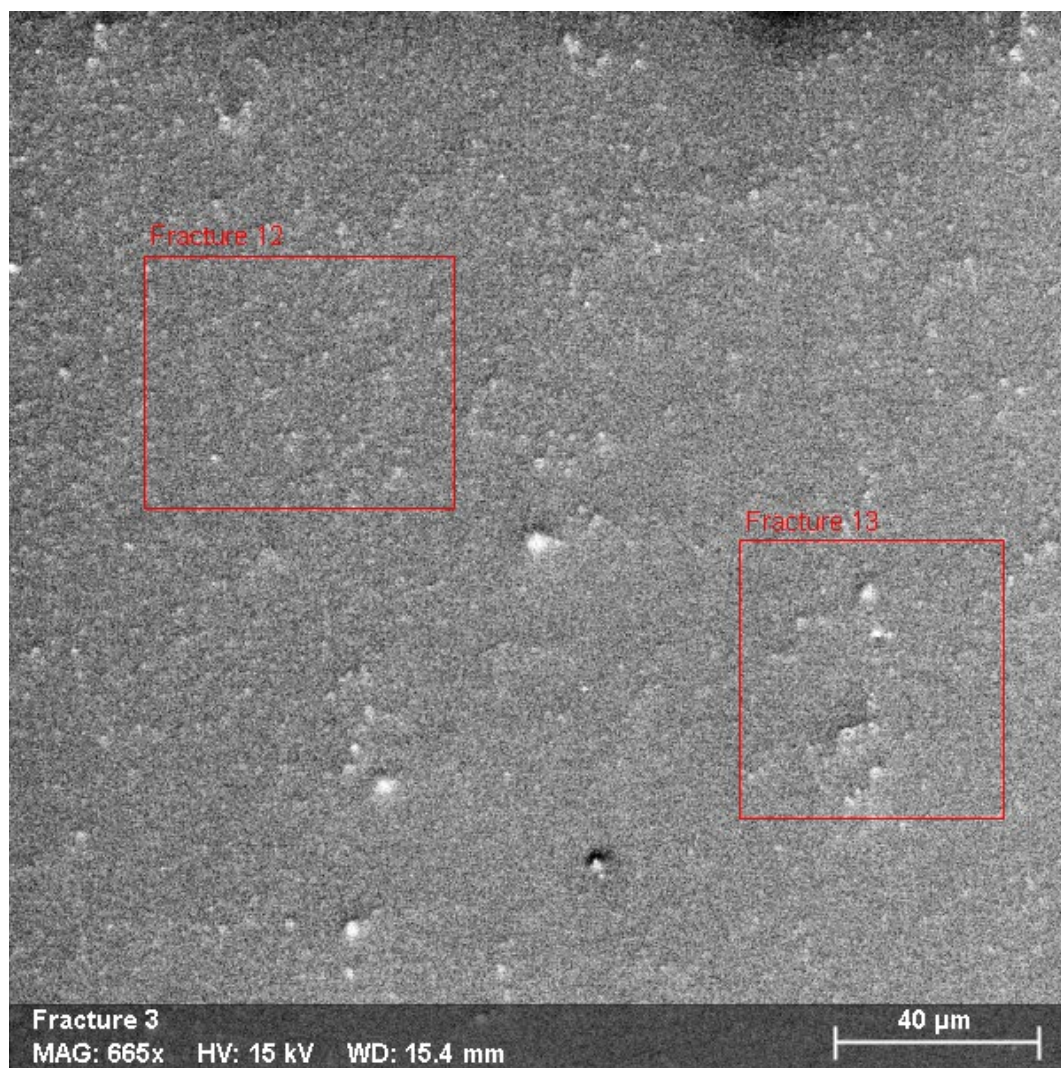
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	9931	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	38139	39.72	54.86		0.00
Sodium	11	55705	12.15	11.68	Na ₂ O	16.38
Magnesium	12	8380	1.48	1.35	MgO	2.46
Aluminium	13	4607	0.75	0.62	Al ₂ O ₃	1.43
Silicon	14	159503	24.24	19.07	SiO ₂	51.86
Sulfur	16	5707	1.01	0.70	SO ₃	2.53
Chlorine	17	45987	8.73	5.44		8.73
Potassium	19	20969	4.62	2.61	K ₂ O	5.57
Calcium	20	14236	3.69	2.04	CaO	5.17
Titanium	22	9280	3.14	1.45	TiO ₂	5.23
Iron	26	621	0.45	0.18	Fe ₂ O ₃	0.65
Palladium	46	703	0.00	0.00		0.00
Gold	79	4966	0.00	0.00		0.00

Diskuse výsledků analýzy vnější strany tabule – tato strana byla v kontaktu s vnější atmosférou – déšť, slunce, vzduch

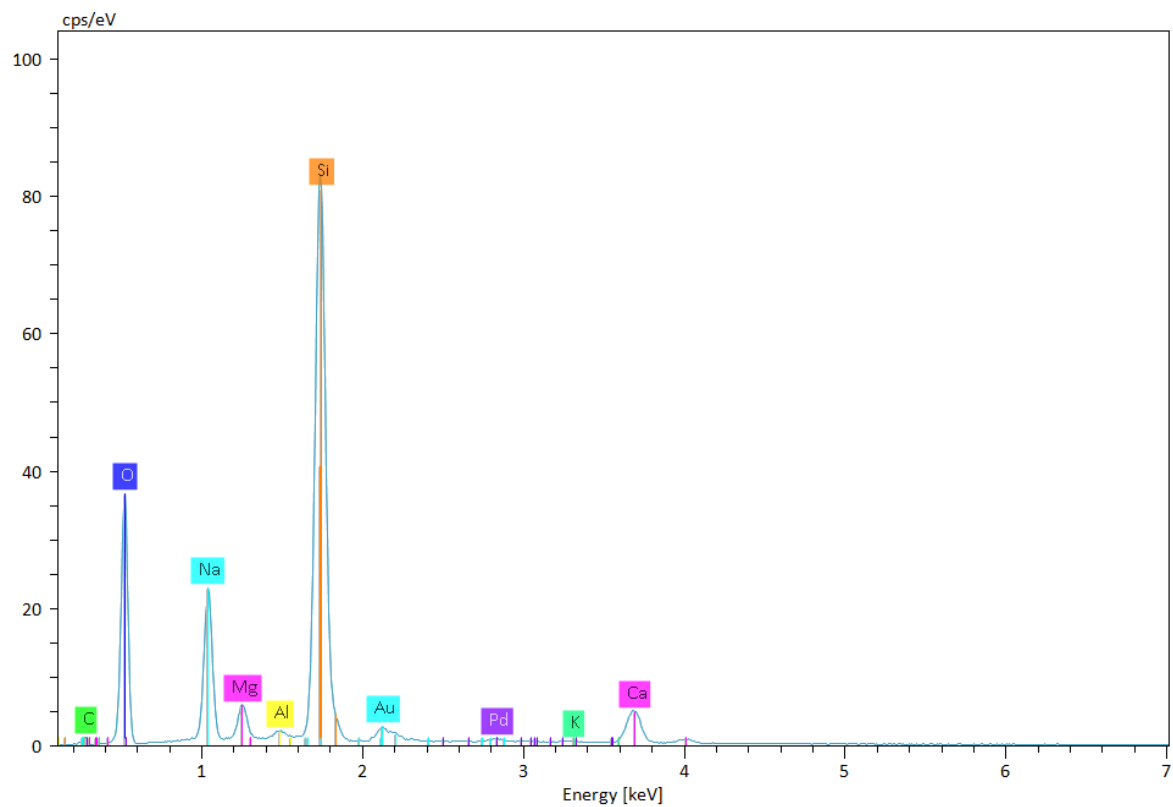
						průměr
Na ₂ O	10,49	10,48	10,26	10,98	16,38	11,72
MgO	2,84	2,79	2,83	2,66	2,46	2,72
Al ₂ O ₃	1,12	1,22	1,27	1,3	1,43	1,27
SiO ₂	73	73,08	72,11	70,37	51,86	68,08
SO ₃			0,46	0,68	2,53	1,22
Cl ⁻			0,24	1,01	8,73	3,33
K ₂ O	0,43	0,51	0,57	0,91	5,57	1,60
CaO	6,77	6,84	6,73	6,52	5,17	6,41
Fe ₂ O ₃	0,42	0,27	0,4	0,4	0,65	0,43
TiO ₂	4,94	4,8	5,12	5,16	5,23	5,05

Výrazná nehomogenita, která byla již vizuálně patrná z mikrosnímku se potvrdila i ve výsledcích analýz. Výrazně se liší analýza páté oblasti. V ní se objevuje i významné množství dalších korozních produktů a to především SO₃ a Cl⁻. Opět se zde vyskytuje nadifundovaný TiO₂ v překvapivě shodné koncentraci ve všech analyzovaných oblastech. Tento povrch je ochuzen o SiO₂, což vede ke křehnutí skla. Hlavním problémem však na tomto vnějším povrchu je ta výrazná nehomogenita – pátá oblast a především obsah SO₃ a Cl⁻. Tento povrch je značně zkorodován a jistým způsobem je jeho "životnost" na samé hranici – SO₃ a Cl⁻ postupně více a více vstupuje do struktury skla a chová se jako houba, která mění svůj objem ve struktuře skla a tím ji ničí.

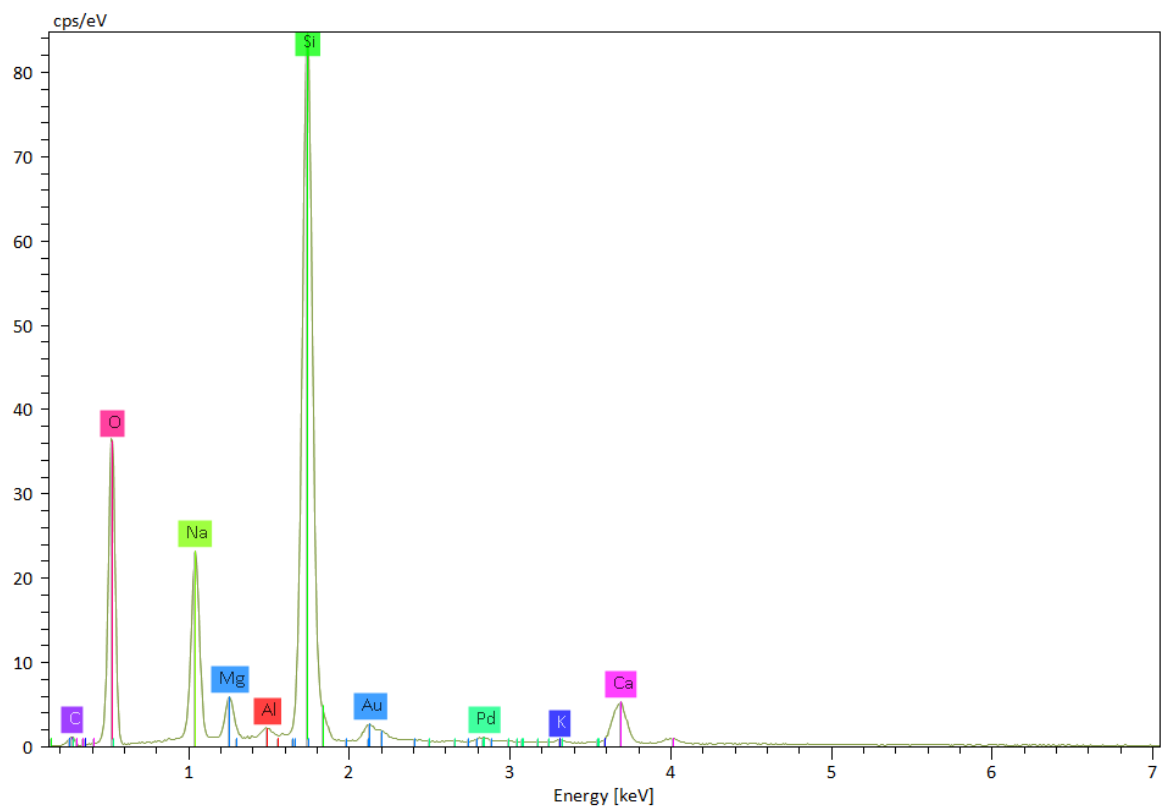
**Střední část tloušťky tabule skla – bez kontaktu s vnějším prostředím
(déšť, slunce, vzduch)**



Snímek vnitřní struktury skla – porch lomu uprostřed síly – tloušťky tabule . Je patrné , že tato oblast , která nebyla v přímém kontaktu s vnitřní ani vnější atmosférou je v podstatě homogenní, k analýze byly vybrány 2 oblasti , které se jeví jako mírně nehomogenní.



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	976	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	51992	47.24	60.75		0.00
Sodium	11	39085	9.74	8.72	Na2O	13.13
Magnesium	12	9510	1.94	1.64	MgO	3.22
Aluminium	13	2207	0.42	0.32	Al2O3	0.80
Silicon	14	193937	35.14	25.74	SiO2	75.17
Potassium	19	711	0.19	0.10	K2O	0.23
Calcium	20	17030	5.32	2.73	CaO	7.45
Palladium	46	1798	0.00	0.00		0.00
Gold	79	7911	0.00	0.00		0.00



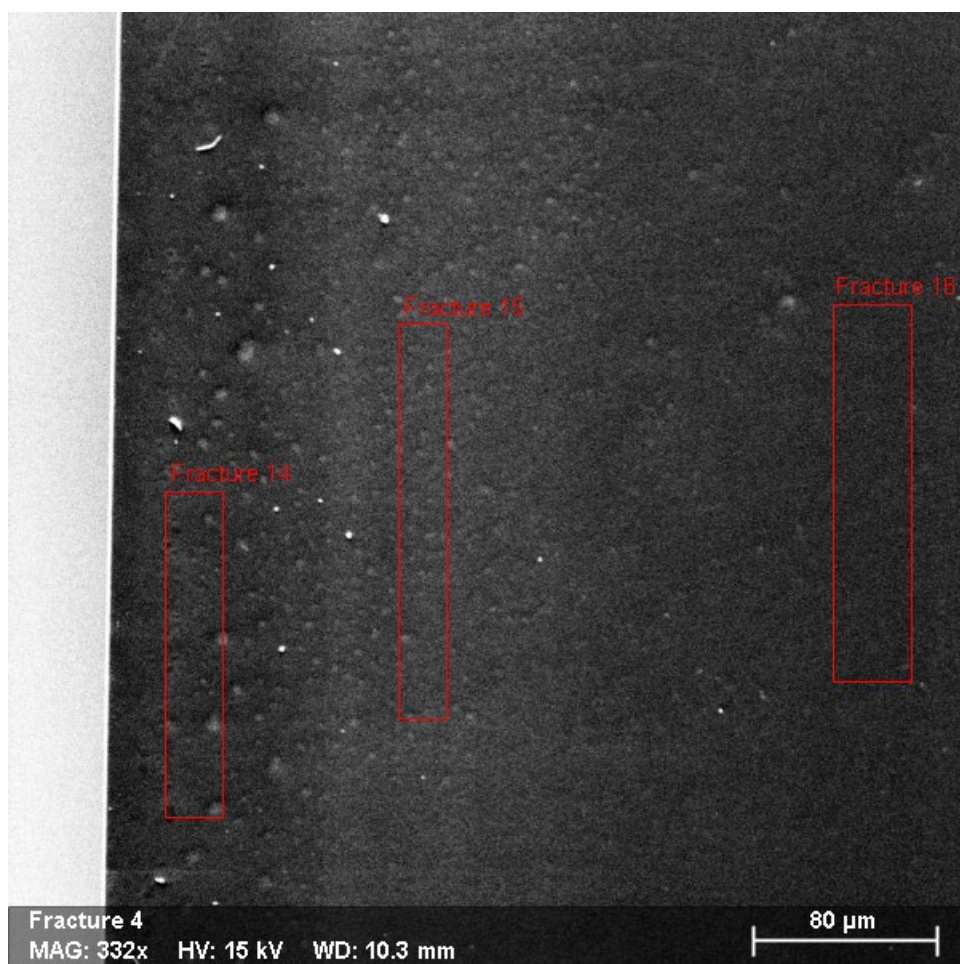
Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	931	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	52880	47.23	60.73		0.00
Sodium	11	39474	9.77	8.74	Na ₂ O	13.17
Magnesium	12	9395	1.90	1.61	MgO	3.16
Aluminium	13	2305	0.44	0.34	Al ₂ O ₃	0.83
Silicon	14	195122	35.13	25.73	SiO ₂	75.15
Potassium	19	921	0.24	0.13	K ₂ O	0.29
Calcium	20	17020	5.29	2.71	CaO	7.40
Palladium	46	1854	0.00	0.00		0.00
Gold	79	7734	0.00	0.00		0.00

Diskuse výsledků analýzy středu tloušťky tabule – tato část skla nebyla v kontaktu s vnější atmosférou – déšť, slunce, vzduch ani s vnitřní – páry z Vřídla

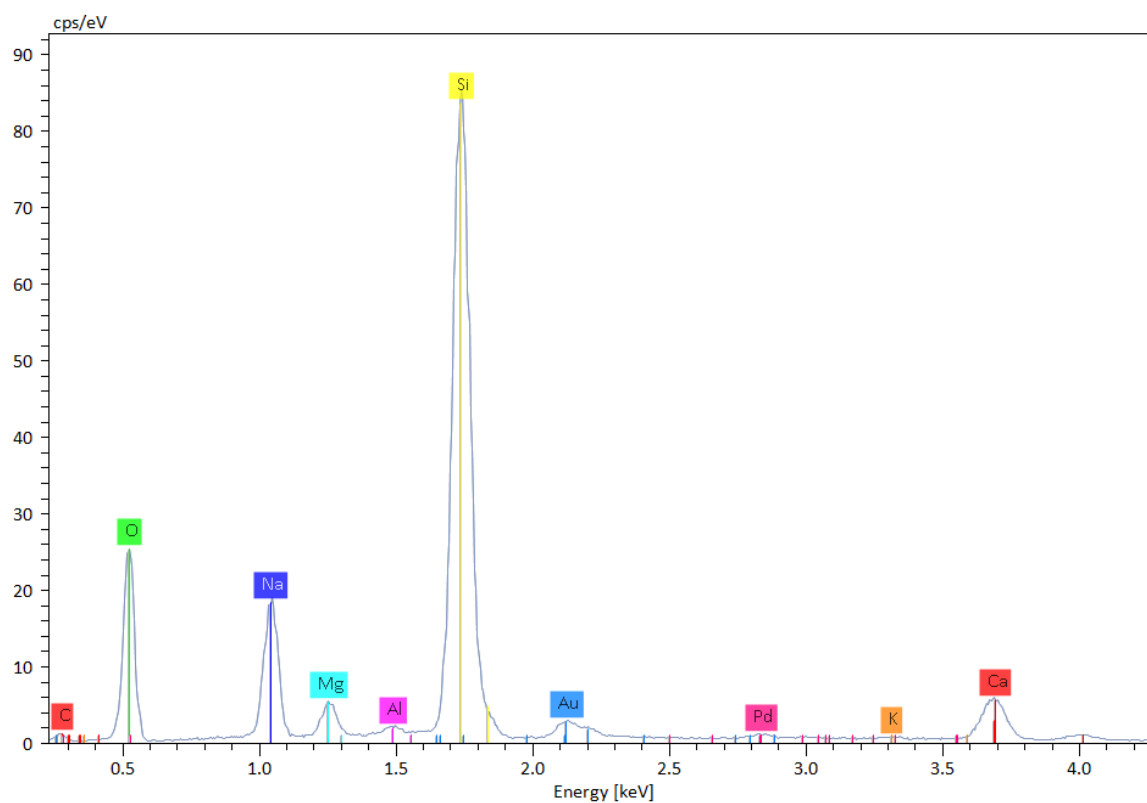
			průměr
Na ₂ O	13,13	13,17	13,15
MgO	3,22	3,16	3,19
Al ₂ O ₃	0,8	0,83	0,815
SiO ₂	75,17	75,15	75,16
SO ₃			0
Cl-			0
K ₂ O	0,23	0,29	0,26
CaO	7,45	7,4	7,43
Fe ₂ O ₃			
TiO ₂			

Výsledky analýz potvrzují snímek, naměřené hodnoty jsou shodné pro obě oblasti, nevyskytují se zde žádné residuální složky, jak TiO₂ tak SO₃ a Cl-. Takto analyzované sklo je "zdravé" a pevné. Bohužel v našem případě takto homogenní sklo se vyskytuje pouze uprostřed tabule, ve vzdálenosti cca 2,5 mm od obou zkorodovaných povrchů.

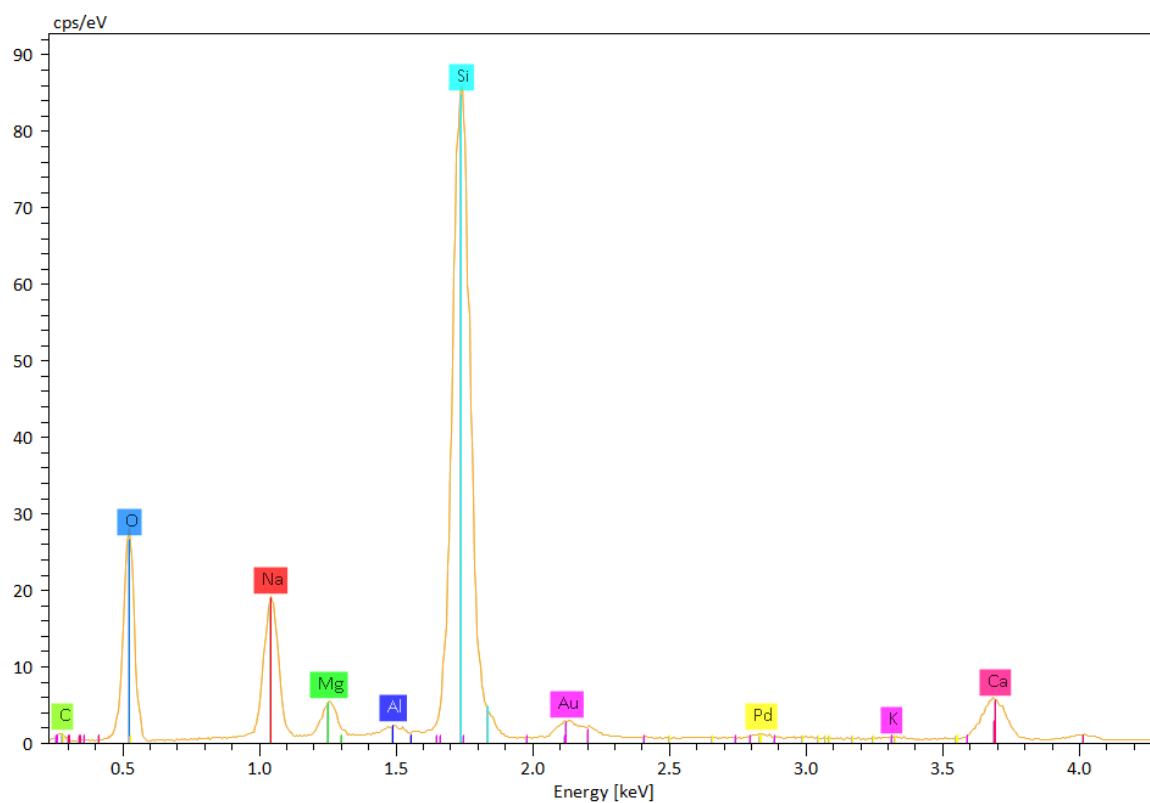
**Střední část tloušťky tabule skla – bez kontaktu s vnějším prostředím
(déšť, slunce, vzduch) . Stanovováno v oblasti vlevo od středu tabule
lomu skla**



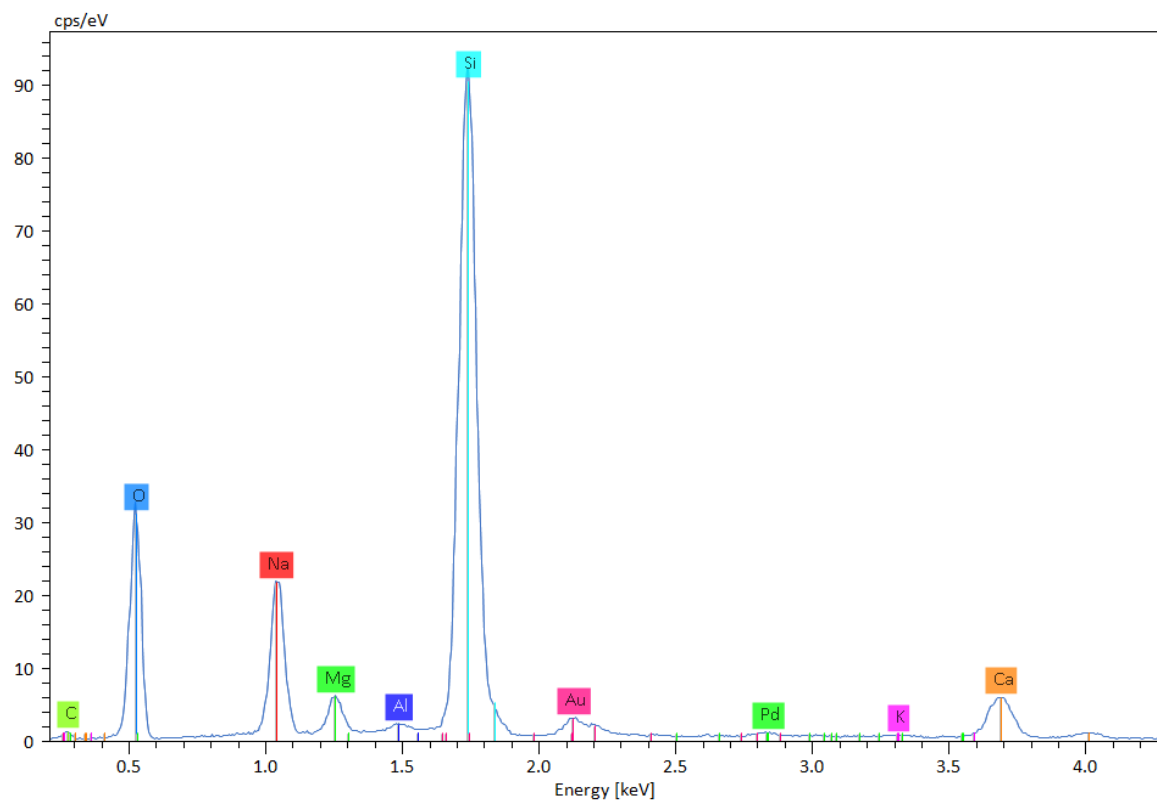
Snímek z oblasti středu tabule skla, je patrná homogenita v celém objemu . Tato část není zasažená korozí.



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	847	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	35736	47.57	61.32		0.00
Sodium	11	32304	8.30	7.44	Na ₂ O	11.18
Magnesium	12	8187	1.67	1.42	MgO	2.78
Aluminium	13	2218	0.43	0.33	Al ₂ O ₃	0.81
Silicon	14	196559	35.76	26.26	SiO ₂	76.50
Potassium	19	908	0.24	0.13	K ₂ O	0.29
Calcium	20	19086	6.03	3.10	CaO	8.44
Palladium	46	1628	0.00	0.00		0.00
Gold	79	8617	0.00	0.00		0.00



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	809	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	37849	47.63	61.34		0.00
Sodium	11	33014	8.33	7.46	Na ₂ O	11.22
Magnesium	12	8419	1.69	1.43	MgO	2.81
Aluminium	13	2632	0.50	0.38	Al ₂ O ₃	0.94
Silicon	14	199955	35.81	26.27	SiO ₂	76.61
Potassium	19	732	0.19	0.10	K ₂ O	0.23
Calcium	20	18803	5.85	3.01	CaO	8.18
Palladium	46	1899	0.00	0.00		0.00
Gold	79	9143	0.00	0.00		0.00



Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Atom [%]	Comp.	Sto. [%]
		Sum	100.00	100.00		100.00
Carbon	6	914	0.00	0.00		0.00
Oxygen	8	45118	47.50	61.14		0.00
Sodium	11	37623	8.79	7.88	Na2O	11.85
Magnesium	12	9359	1.76	1.49	MgO	2.92
Aluminium	13	2472	0.44	0.33	Al2O3	0.83
Silicon	14	213005	35.61	26.12	SiO2	76.19
Potassium	19	856	0.21	0.11	K2O	0.25
Calcium	20	19625	5.69	2.92	CaO	7.96
Palladium	46	1542	0.00	0.00		0.00
Gold	79	9161	0.00	0.00		0.00

**Diskuse výsledků analýzy středu tloušťky tabule Stanovováno v oblasti vlevo od středu tabule lomu skla
tato část skla nebyla v kontaktu s vnější atmosférou – déšť, slunce , vzduch
ani s vnitřní – páry z Vřídla**

				průměr
Na ₂ O	11,18	11,22	11,85	11,42
MgO	2,78	2,81	2,92	2,84
Al ₂ O ₃	0,81	0,94	0,83	0,86
SiO ₂	76,5	76,61	76,19	76,43
SO ₃				0,00
Cl-				0,00
K ₂ O	0,29	0,23	0,25	0,26
CaO	8,44	8,18	7,96	8,19
Fe ₂ O ₃				
TiO ₂				

Výsledky analýz hovoří o poměrně dobré homogenitě skla v této oblasti . Sklo nebylo k kontaktu s oběma povrchy, není napadené a znehodnocené korozí .

Závěrečná diskuse výsledků analýz v souvislosti s korozí skla a jeho možnou další životností

	Vnitřní	vnější	střed	mírně od středu
Na ₂ O	9,97	11,72	13,15	11,42
MgO	3,4	2,72	3,19	2,84
Al ₂ O ₃	1,38	1,27	0,815	0,86
SiO ₂	76,45	68,08	75,16	76,43
SO ₃		1,22	0	0
Cl-		3,33	0	0
K ₂ O	0,3	1,6	0,26	0,26
CaO	6,87	6,41	7,43	8,19
Fe ₂ O ₃	0,65	0,43		
TiO ₂	1,99	5,05		

Hodnoty koncentrací jsou v hmot. %

V tabulce jsou průměry hodnot koncentrací jednotlivých oxidů stanovovaných v jednotlivých oblastech analýz. Z výsledků vyplývá :

- v podstatě bez známek koroze je střed síly tabule skla, v této oblasti je sklo nezasažené korozí a poměrně pevné. Sklo v této kondici by mohlo být dále používáno bez nebezpečí nenadálého lomu
- mírně od středu je sklo také ještě poměrně homogenní, ale je již patrný úbytek koncentrace Na₂O , který odchází ze struktury skla a oslabuje faktickou pevnost
- oba krajní povrchy skla ať už vnitřní , tak vnější jsou značně nehomogenní , se výrazným úbytkem některých sklotvorných a strukturu zpevňujících oxidů – Na₂O , přičemž vnější povrch do atmosféry je narušen ještě význačnějším způsobem než vnitřní povrch orientovaný do Vřídla. Jak již bylo v partikulárních diskusích hodnoceno oba povrchy jsou značně zkorodované a je u nich možné předpokládat samovolný lom.

Provedené analýzy skla odebraného z původního skla Skleněné koruny svědčí o tom, že **sklo je vzhledem ke značné korozi obou povrchů za hranicí své životnosti** vzhledem k nebezpečí samovolného lomu při jakékoliv manipulaci a to i jen při uvolnění z místa aktuální fixace. Vzhledem k uvedeným faktům **doporučuji kompletní výměnu skla** pro Skleněnou korunu . Po zpracování v peci . tak aby bylo dosaženo požadovaného designu podle současného provedení bych doporučoval oba povrchy nových skel ošetřit technologií UNELKO Invisible Shield Pro 15® , která vytvoří na obou površích skla ochrannou vrstvu proti působení korozních vlivů z okolního prostředí . **Aplikací této ochranné vrstvy se násobně prodlouží životnost skla Skleněné koruny. Podle současných poznatků je předpoklad , že tato životnost naroste na dvojnásobek, tedy je možné očekávat minimální životnost nově instalovaného skla 80-100 let.**

Vypracoval : Ing.Jaroslav Švácha

24.3.2021

Postup při renovaci – výměně skel ve Skleněné koruně Vřídelní kolonády

Při osobní prohlídce a kontrole současného stavu skel , které jsou instalovány ve Skleněné koruně je možné konstatovat následující :

- vizuelní kontrolou stavu původních skel Skleněné koruny je možné konstatovat , že sklo má značně narušený povrch vlivem působením vnějšího prostředí, ale především působením odparu z Vřídla. Detailně se věnuje stavu původního skla věnuje samostatná zpráva , která vychází z mikroanalýzy povrchu na VŠCHT Praha.
- původní skla jsou tak narušená, že při případné manipulaci s původními skly při čištění stávající konstrukce by mohlo docházet k velmi snadnému a samovolnému lomu původního skla.
- částečná rekonstrukce původního stavu Skleněné koruny je velmi problematická. není možné předpovídat , kolik a kterých kusů původních skel při odlišování a čištění praskne. A zároveň není možné říci , jak dlouho budou ještě původní skla funkční.
- během působení atmosférických vlivů , vlivů odparů ze Vřídla a i vlivem časového faktoru došlo k tomu , že na vnějším povrchu skla došlo k nadifundování TiO_2 do vnějšího povrchu skla . Tento difúzní efekt je doprovázen jistou barevností a korozní změnou na povrchu původního skla.
- pokud bychom přeci jen uvažovali o částečné výměně původních skel, aktuálně popraskaných , bylo by to spojené s tím , že není možné predikovat kolik původních tabulí praskne při čištění a odinstalace z původní konstrukce koruny.
- pokud by došlo k pouhé výměně poškozených původních dílů a jejich náhradě novými skly , pak bude celkový výjem rekonstruované Skleněné koruny velmi problematický. Nepodaří se na nová skla v žádné případě udělat “patinu“ vzniklou působením koroze TiO_2 a tím pádem budou nová skla z celkového konceptu jaksi “ trčet “ a bude velmi narušené estetické vnímání celého objektu Skleněné koruny.

Z výše uvedeného vyplývá, že jedinou správnou možností je kompletní výměna skel Skleněné koruny za nově vyrobená skla, která budou co možná nejvíce kopírovat původní skla.

- technologie výroby původních skel je známa a počítá se s tím, že i při výrobě nových skel se použije stejný způsob výroby – propad tabulí umístěných v peci na kovovém plechu , který je opatřen speciálním oddělovacím nátěrem do volného prostoru – motiv propadlých čoček . U některých tabulí je použito i zpětných trnů při propadu skla. To se projevuje změnou orientace propadu čočky.
- během přípravy tohoto projektu se mi podařilo zjistit , kde byla původní skla vyrobena. Bylo to v Železnobrodském skle n.p.Železný Brod. Při výrobě původních skel byl přítomen kolega ak.mal. Zdeněk Lhotský , který v té době studoval místní střední průmyslovou školu sklářskou. V rozhovoru mi poskytl osobní poznatky z výroby původních skel.
- při rekonstrukci a výrobě nových skleněných tabulí předpokládáme jako prvotní krok 3D scan současného stavu. Tento 3D scan za pomoci dronu umožní zmapování a identifikaci každého jednotlivého skleněného prvku. Tím pádem

bude možné vyrobit maximálně přesnou repliku původního stavu. Zároveň bude možné tato data použít i pro grafický model Skleněné koruny a především digitalizaci a archivaci současného stavu před rekonstrukcí.

- při výměně skel budou nová skla usazena do nových těsnících listů do původní očištěné konstrukce. Jednotlivá pole skleněných desek pak budou mezi sebou vytmeleny jemnou vrstvou čirého silikonu, který je určen pro vnější použití v náročných klimatických podmínkách.
- nabídka na zhotovení komplet nových skleněných prvků včetně instalace do připravené a očištěné konstrukce je doplněná i o položku finálního ošetření obou povrchů skla ochranným nátěrem UNELKO Invisible Shield Pro 15® , který je určen pro finální ošetření povrchu skla proti povětrnostním vlivům , dešti , usazování minerálních odparů atd. Použití tohoto nátěru prodlouží životnost skel rekonstruované Skleněné koruny o minimálně 80-100 %. To znamená , že je možné předpokládat životnost minimálně 80 – 100 let.

Dodávka rekonstruované skleněné části se skládá z :

- kompletně nových skleněných dílů všech částí Skleněné koruny vyrobených podle podkladů z 3D scanu původního stavu
- instalace těchto dílů do vyčištěné konstrukce
- zasazení jednotlivých skel do gumového profilu pro úchyt v lištách konstrukce
- zasilikonování svislých spojů mezi jednotlivými skly

Předpokládaná připravenost místa instalace :

- lešení pro instalaci skel po celé výšce Skleněné koruny
- doprava beden s připravenými skly do místa instalace (jeřáb , plošina) . Skla budou balena po 10 ks v dřevěných bednách.
- uskladnění 30-ti dřevěných beden s připravenými skly
- předpokládaná doba instalace : 3 týdny



pohled na aktuální stav Skleněné koruny

na snímku je patrná koroze povrchu způsobená difusí TiO_2 (duhové efekty)



celkový pohled na Skleněnou korunu s patrnou grafikou propadaného skla

Rozpočet kompletní výměny skla Skleněné koruny Vřídelní kolonády

v rozpočtu je zahrnuto následující :

- 3D seskenování současného stavu (podklady pro výrobu nových jednotlivých dílů koruny tak , aby bylo dosaženo shody se současným stavem před rekonstrukcí – design Skleněné koruny)
- Výroba nových skelněných dílů včetně teplotní modelace v peci podle výsledků 3D scanu
- Ošetření obou povrchů nových skel ochranným nano prostředkem UNELKO Invisible Shield Pro 15®. Tento nátěr podstatným prodlouží životnost nových skel Skleněné koruny vzhledem k nadále značně korozivnímu prostředí , které bude i v rekonstruované Skleněné koruně vzhledem k působení Vřídla.

- Instalace nových skel do rekonstruované kovové nosné konstrukce
Skleněné koruny včetně nových těsnících prvků mezi skly a konstrukcí.
- Rozpočet je položkován v dalším textu .

Výroba nového skla dle originálu	1.608.334 Kč
Doprava skla 5 tun materiálu	30.000
Instalace a montáž	522.228
Bedny pro transport	160.000
Těsnící guma a silikon	50.000
Pomocný materiál další	30.000
3D scan aktuálního stavu	40.000
Ošetření povrchů Unelko Pro15	110.000
CELKOVÁ SUMA	2.550.562 Kč bez 21% DPH

Rozpočet vypracoval : Ing.Jaroslav Švácha

Skalice u České Lípy 24.3.2021