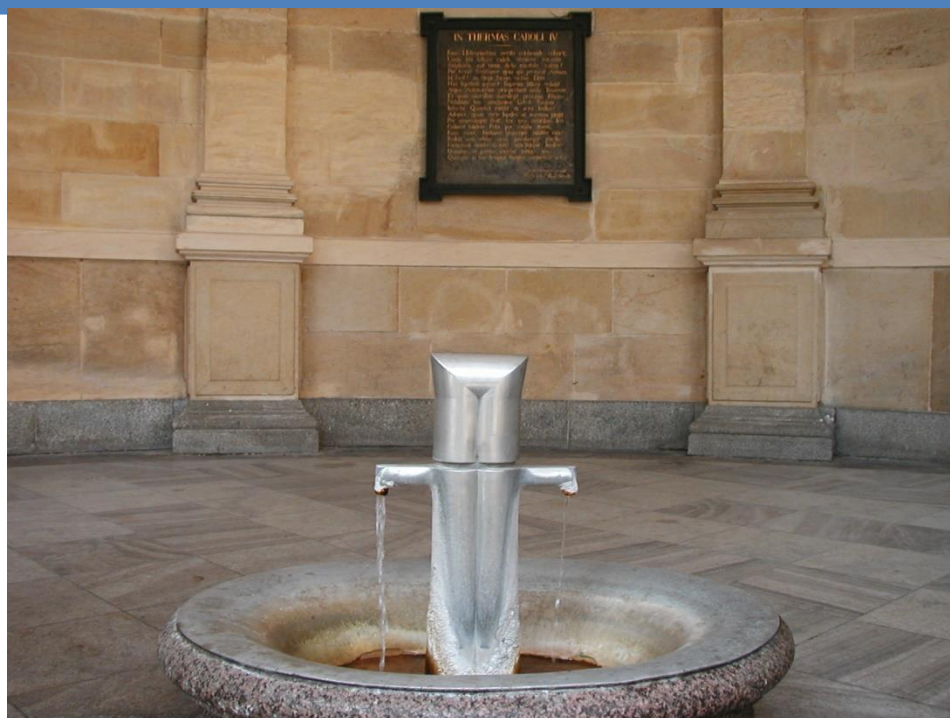


2016

Analýza objemového zastoupení složek chemismu vybraných minerálních vod



Doc. RNDr. Zbyněk Hrkal, CSc.
Doc. RNDr. Jiří Bruthans, PhD.
Mgr. David Rozman

VÚV T.G.M., v.v.i.

OBSAH

Úvod, metodika zpracování.....	8
Korunní.....	11
Geneze přírodní minerální vody Korunní	11
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Korunní do kontextu běžných pitných vod.....	11
Speciace roztoku přírodní minerální vody Korunní programem PHREEQC	13
Závěr pro přírodní minerální vodu Korunní.....	16
Literatura pro přírodní minerální vodu Korunní.....	16
Bílinská kyselka	18
Geneze léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka	18
Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka do kontextu běžných pitných vod.....	18
Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka programem PHREEQC.....	21
Závěr pro léčivý minerální zdroj Bílinská kyselka.....	24
Literatura pro léčivý minerální zdroj Bílinská kyselka	25
Dobrá voda.....	26
Geneze přírodní minerální vody Dobrá voda	26
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Dobrá voda do kontextu běžných pitných vod.....	26
Speciace roztoku přírodní minerální vody Dobrá voda programem PHREEQC	28
Závěr pro přírodní minerální vodu Dobrá voda.....	31
Literatura pro přírodní minerální vodu Dobrá voda.....	31
Hanácká kyselka	32
Geneze přírodní minerální vody Hanácká kyselka.....	32
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Hanácká kyselka do kontextu běžných pitných vod	32
Speciace roztoku přírodní minerální vody Hanácká kyselka programem PHREEQC.....	34
Závěr pro přírodní minerální vodu Hanácká kyselka	38
Literatura pro přírodní minerální vodu Hanácká kyselka	38
Il Sano.....	39
Geneze přírodní minerální vody Il Sano	39
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Il Sano do kontextu běžných pitných vod.....	39
Speciace roztoku přírodní minerální vody Il Sano programem PHREEQC	41
Závěr pro přírodní minerální vodu Il Sano.....	45
Literatura pro přírodní minerální vodu Il Sano.....	45
Magnesia	46
Geneze přírodní minerální vody Magnesia.....	46
Vysvětlení původu hořčíku v oblasti Louka – Nová Ves – Mnichov.....	47
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Magnesia do kontextu běžných pitných vod	47
Speciace roztoku přírodní minerální vody Magnesia programem PHREEQC.....	50

Závěr pro přírodní minerální vodu Magnesia	52
Literatura pro přírodní minerální vodu Magnesia	52
Magnesia Extra	53
Geneze léčivé minerální vody Magnesia Extra	53
Speciace roztoku přírodní minerální vody Magnesia Extra programem PHREEQC.....	54
Závěr pro přírodní minerální vodu Magnesia Extra	58
Mattoni.....	59
Geneze přírodní minerální vody Mattoni	59
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Mattoni do kontextu běžných pitných vod.....	59
Speciace roztoku přírodní minerální vody Mattoni programem PHREEQC	61
Závěr pro přírodní minerální vodu Mattoni.....	64
Literatura pro přírodní minerální vodu Mattoni.....	64
Mlýnský pramen	65
Geneze léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen.....	65
Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Mlýnského pramene do kontextu běžných pitných vod.....	66
Speciace roztoku programem PHREEQC.....	68
Závěr pro léčivý minerální zdroj Mlýnský pramen	70
Literatura pro léčivý minerální zdroj Mlýnský pramen	71
Ondrášovka.....	72
Geneze přírodní minerální vody Ondrášovka	72
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Ondrášovka do kontextu běžných pitných vod	72
Speciace roztoku přírodní minerální vody Ondrášovka programem PHREEQC	74
Závěr pro přírodní minerální vodu Ondrášovka	77
Literatura pro přírodní minerální vodu Ondrášovka.....	77
Poděbradka.....	78
Geneze přírodní minerální vody Poděbradka	78
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Poděbradka do kontextu běžných pitných vod	79
Speciace roztoku přírodní minerální vody Poděbradka programem PHREEQC	81
Závěr pro přírodní minerální vodu Poděbradka.....	84
Literatura pro přírodní minerální vodu Poděbradka.....	84
Šaratica.....	85
Geneze léčivého minerálního zdroje Šaratica.....	85
Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Šaratica do kontextu běžných pitných vod	85
Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Šaratica programem PHREEQC.....	88
Závěr pro léčivou minerální vodu Šaratica.....	91
Literatura pro léčivý minerální zdroj Šaratica.....	92
Zaječická.....	93
Geneze léčivého minerálního zdroje Zaječická	93

Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Zaječická do kontextu běžných pitných vod	93
Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Zaječická programem PHREEQC	95
Závěr pro léčivý minerální zdroj Zaječická.....	98
Literatura pro léčivý minerální zdroj Zaječická.....	99
Vincentka.....	100
Geneze léčivého minerálního zdroje Vincentka.....	100
Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Vincentka do kontextu běžných pitných vod	100
Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Vincentka programem PHREEQC.....	103
Závěr pro léčivý minerální zdroj Vincentka	107
Literatura pro léčivý minerální zdroj Vincentka.....	107
Baldovská	108
Geneze minerální vody Baldovská	108
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Baldovská do kontextu běžných pitných vod	108
Speciace roztoku přírodní minerální vody Baldovská programem PHREEQC	110
Závěr pro přírodní minerální vodu Baldovská.....	114
Literatura pro přírodní minerální vodu Baldovská	114
Budiš.....	115
Geneze minerální vody Budiš.....	115
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Budiš do kontextu běžných pitných vod	115
Speciace roztoku přírodní minerální vody Budiš programem PHREEQC.....	117
Závěr pro přírodní minerální vodu Budiš	120
Literatura pro přírodní minerální vodu Budiš.....	120
Fatra.....	122
Geneze minerální vody Fatra.....	122
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Fatra do kontextu běžných pitných vod.....	122
Speciace roztoku přírodní minerální vody Fatra programem PHREEQC	124
Závěr pro přírodní minerální vodu Fatra.....	128
Literatura pro přírodní minerální vodu Fatra.....	128
Gemerka	129
Geneze minerální vody Gemerka	129
Speciace roztoku přírodní minerální vody Gemerka programem PHREEQC.....	131
Závěr pro přírodní minerální vodu Gemerka	134
Literatura pro přírodní minerální vodu Gemerka	134
Lubovnianska.....	135
Geneze minerální vody Lubovnianska.....	135
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Lubovnianska do kontextu běžných pitných vod	135
Speciace roztoku přírodní minerální vody Lubovnianska programem PHREEQC	139

Závěr pro přírodní minerální vodu Lubovnianka	142
Literatura pro přírodní minerální vodu Lubovnianka.....	142
Mitická	143
Geneze minerální vody Mitická	143
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Mitická do kontextu běžných pitných vod	143
Speciace roztoku přírodní minerální vody Mitická programem PHREEQC	145
Závěr pro přírodní minerální vodu Mitická.....	148
Literatura pro přírodní minerální vodu Mitická	148

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schematická mapa se situací zpracovávaných minerálních vod.....	8
Obrázek 2 Prezentace chemismu zpracovávaných minerálních vod formou Piperova grafu.....	9
Obrázek 3 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Korunní s pitnou vodou v Praze	11
Obrázek 4 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka s pitnou vodou v Praze.....	19
Obrázek 5 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Dobrá voda s pitnou vodou v Praze ...	27
Obrázek 6 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Hanácká kyselka s pitnou vodou v Praze	33
Obrázek 7 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Il Sano s pitnou vodou v Praze	40
Obrázek 8 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Magnesia a směsného vzorků vrtů HV3a HV5 s pitnou vodou v Praze.....	48
Obrázek 9 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Mattoni s pitnou vodou v Praze	60
Obrázek 10 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen s pitnou vodou v Praze.....	67
Obrázek 11 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Ondráškovka s pitnou vodou v Praze	73
Obrázek 12 Srovnání chemického typu minerální vody Poděbradka s pitnou vodou v Praze.....	79
Obrázek 13 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Šaratica s pitnou vodou v Praze.	86
Obrázek 14 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Šaratica s pitnou vodou v Praze.	94
Obrázek 15 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Vincentka s pitnou vodou v Praze	101
Obrázek 16 Srovnání chemického typu minerální vody Baldovská s pitnou vodou v Praze.....	109
Obrázek 17 Srovnání chemického typu minerální vody Budiš s pitnou vodou v Praze	116
Obrázek 18 Srovnání chemického typu minerální vody Fatra s pitnou vodou v Praze.....	123
Obrázek 19 Srovnání chemického typu minerální vody Gemerka s pitnou vodou v Praze	129
Obrázek 20 Srovnání chemického typu minerální vody Lubovnianska s pitnou vodou v Praze	136
Obrázek 21 Srovnání chemického typu minerální vody Mitická s pitnou vodou v Praze.....	144

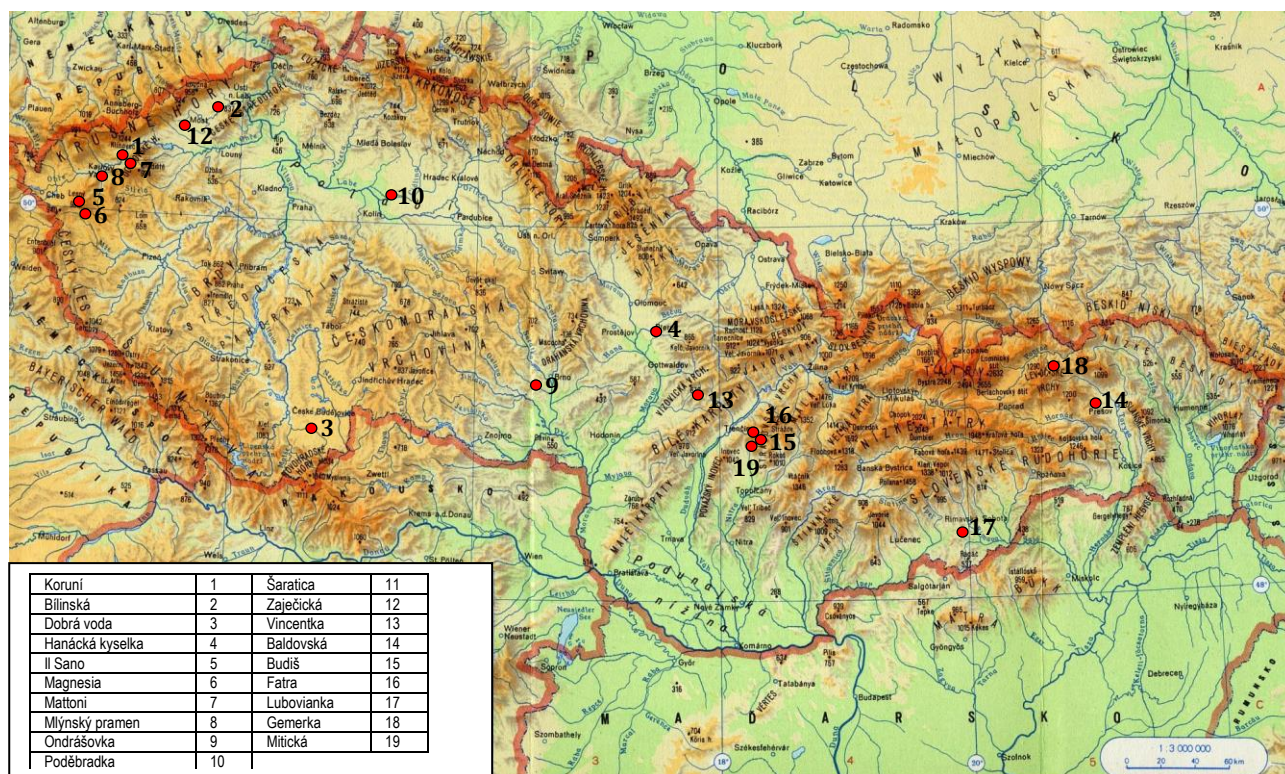
Seznam tabulek

Tabulka 1 Srovnání třídění celkové mineralizace posuzovaných minerálních vod	10
Tabulka 2 Vybrané ukazatele v minerální vodě Korunní	12
Tabulka 3 Speciace roztoku minerální vody Korunní.....	13
Tabulka 4 Minerální fáze minerální vody Korunní, vůči nimž je roztok přesycen	15
Tabulka 5 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka.....	19
Tabulka 6 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka	21
Tabulka 7 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka, vůči nimž je roztok přesycen	24
Tabulka 8 Vybrané ukazatele v minerální vodě Dobrá voda	27
Tabulka 9 Speciace roztoku minerální vody Dobrá voda	28
Tabulka 10 Minerální fáze minerální vody Dobrá voda, vůči nimž je roztok přesycen	30
Tabulka 11 Vybrané ukazatele v minerální vodě Hanácká kyselka	33
Tabulka 12 Speciace roztoku minerální vody Hanácká kyselka.....	35
Tabulka 13 Minerální fáze minerální vody Hanácká kyselka, vůči nimž je roztok přesycen	37
Tabulka 14 Vybrané ukazatele v minerální vodě Il Sano.....	40
Tabulka 15 Speciace roztoku minerální vody Il Sano	42
Tabulka 16 Minerální fáze minerální vody Il Sano, vůči nimž je roztok přesycen.....	44
Tabulka 17 Vybrané ukazatele v minerální vodě Magnesia a Magnesia Extra.....	48
Tabulka 18 Speciace roztoku minerální vody Magnesia.....	50
Tabulka 19 Minerální fáze minerální vody Magnesia, vůči nimž je roztok přesycen	51
Tabulka 20 Vybrané ukazatele v minerální vodě Magnesia Extra - směsný vzorek vrtů HV3a HV5	53
Tabulka 21 Speciace roztoku minerální vody směsného vzorku vrtů HV3 a HV5.....	55
Tabulka 22 Minerální fáze směsného vzorku vrtů HV3 a HV5, vůči nimž je roztok přesycen.....	57
Tabulka 23 Vybrané ukazatele v minerální vodě Mattoni	60
Tabulka 24 Speciace roztoku minerální vody Mattoni	62
Tabulka 25 Minerální fáze minerální vody Mattoni, vůči nimž je roztok přesycen.....	63
Tabulka 26 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen.....	67
Tabulka 27 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Mlýnského pramene.....	69
Tabulka 28 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen, vůči nimž je roztok přesycen	69
Tabulka 29 Vybrané ukazatele v balené minerální vodě Ondrášovka.....	73
Tabulka 30 Speciace roztoku minerální vody Ondrášovka	75
Tabulka 31 Minerální fáze minerální vody Ondrášovka, vůči nimž je roztok přesycen.....	76
Tabulka 32 Vybrané ukazatele v minerální vodě Poděbradka.....	80
Tabulka 33 Speciace roztoku minerální vody Poděbradka	81
Tabulka 34 Minerální fáze minerální vody Poděbradka, vůči nimž je roztok přesycen.....	83
Tabulka 35 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Šaratica.....	87
Tabulka 36 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Šaratica	88
Tabulka 37 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Šaratica vůči nimž je roztok přesycen.....	91
Tabulka 38 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Zaječická	94
Tabulka 39 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Zaječická.....	96
Tabulka 40 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Zaječická, vůči nimž je roztok přesycen	98
Tabulka 41 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Vincentka	102
Tabulka 42 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Vincentka	103
Tabulka 43 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Vincentka, vůči nimž je roztok přesycen.....	106
Tabulka 44 Vybrané ukazatele v minerální vodě Baldovská	109
Tabulka 45 Speciace roztoku minerální vody Baldovská.....	111
Tabulka 46 Minerální fáze minerální vody Baldovská, vůči nimž je roztok přesycen.....	113
Tabulka 47 Vybrané ukazatele v minerální vodě Budiš.....	116
Tabulka 48 Speciace roztoku minerální vody Budiš	118
Tabulka 49 Minerální fáze minerální vody Budiš vůči nimž je roztok přesycen	120

Tabulka 50 Vybrané ukazatele v minerální vodě Fatra.....	123
Tabulka 51 Speciace roztoku minerální vody Fatra	125
Tabulka 52 Minerální fáze minerální vody Fatra, vůči nimž je roztok přesycen.....	127
Tabulka 53 Vybrané ukazatele v minerální vodě Gemerka.....	130
Tabulka 54 Speciace roztoku minerální vody Gemerka.....	131
Tabulka 55 Minerální fáze minerální vody Gemerka, vůči nimž je roztok přesycen	134
Tabulka 56 Vybrané ukazatele v minerální vodě Lubovnianska.....	137
Tabulka 57 Speciace roztoku minerální vody Lubovnianska	139
Tabulka 58 Minerální fáze minerální vody Lubovnianska, vůči nimž je roztok přesycen.....	141
Tabulka 59 Vybrané ukazatele v minerální vodě Mitická.....	144
Tabulka 60 Speciace roztoku minerální vody Mitická	145
Tabulka 61 Minerální fáze minerální vody Mitická vůči nimž je roztok přesycen	147

ÚVOD, METODIKA ZPRACOVÁNÍ

Cílem zprávy je na základě smlouvy s AquaLife Institute, z. ú. realizovat analýzu objemového zastoupení složek chemismu vybraných přírodních minerálních vod a léčivých minerálních vod, které jsou na trhu k dispozici ve formě balených minerálních vod. Po dohodě se zadavatelem bylo vybráno celkem 13 minerálních vod z České republiky a 6 ze Slovenska. Podkladem pro tuto studii byly chemické analýzy, které nechal zadavatel realizovat v laboratořích Bad Elster, Am Kuhberg 2. Vzorky pocházely z minerálních vod zakoupených na trhu v září 2016.



Obrázek 1 Schematická mapa se situací zpracovávaných minerálních vod.

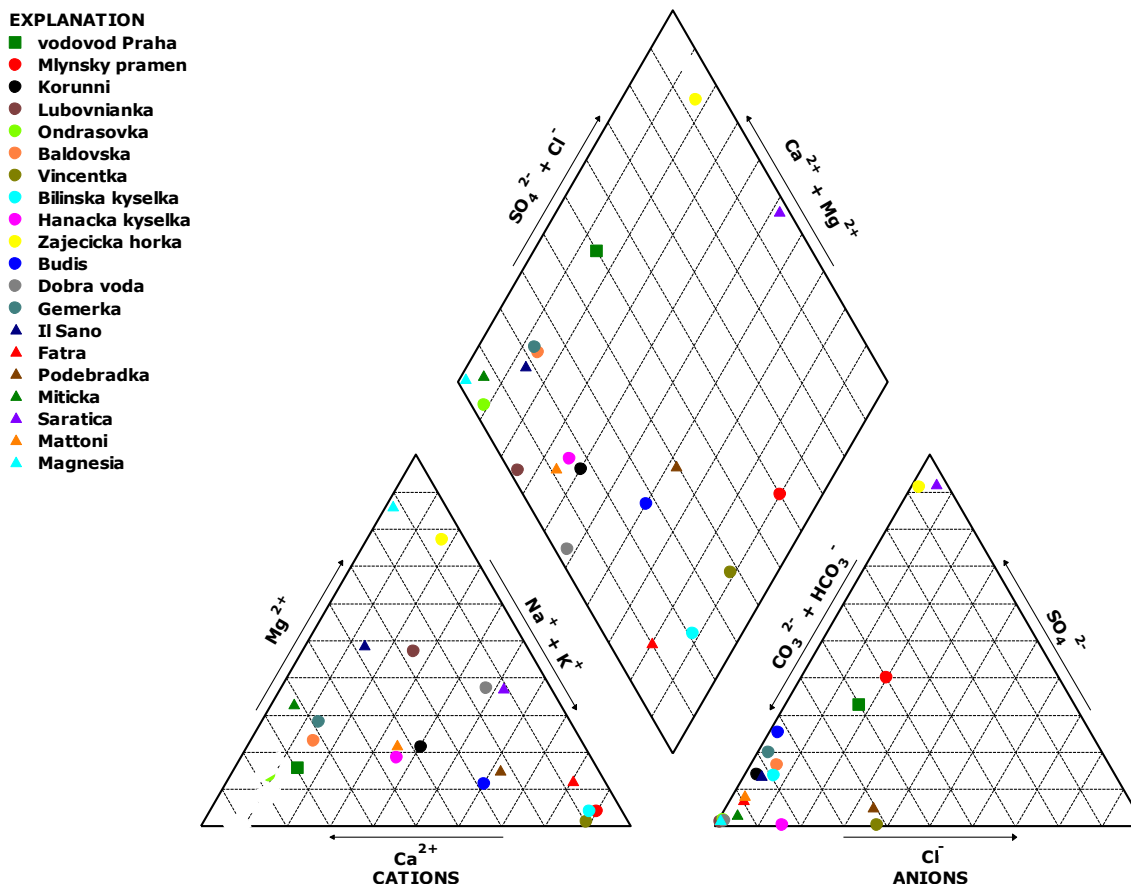
Všechny vybrané minerální vody byly zpracovány jednotnou, vzájemně srovnatelnou metodikou. Smyslem prací bylo podat informace o genezi a chemickém složení jednotlivých minerálních vod takovým způsobem, aby byly vhodným vstupem pro následnou lékařskou analýzu. Ta zhodnotí význam jednotlivých složek, respektive jejich vzájemné kombinace a koncentrace na lidské zdraví.

V první fázi zpracování byla popsána geneze každého z posuzovaných druhů minerálních vod. V těchto kapitolách byla popsána vzájemná interakce mezi horninovým prostředím a infiltrující srážkovou vodu vedoucí ke tvorbě konečného chemismu, a to včetně cesty od místa infiltrace k vývěru minerální vody na povrch.

U vod s léčivým účinkem je stručně charakterizována forma aplikace a přehled chorob, pro jejichž léčbu je voda využívána.

V následující části je každý posuzovaný typ minerální vody srovnán s běžnou pitnou vodou. Jako srovnávací etalon byl vybrán chemismus pitné vody v Praze, který představuje směs povrchové vody z nádrže Želivka a podzemní vody z umělé infiltrace ve vodárně Káraný. V těchto kapitolách jsou obě formy vod srovnány jednak grafickou podobou pomocí Piperova diagramu, který ve svodné části jednoznačně definuje genetickou klasifikaci a v podpůrných částech demonstruje vzájemné zastoupení převládajících kationtů a aniontů. Obrázek 1

představuje svodnou prezentaci všech zpracovávaných minerálních vod, která mimo jiné demonstruje velkou pestrost vybraných genetických typů.



Obrázek 2 Prezentace chemismu zpracovávaných minerálních vod formou Piperova grafu

V další části práce byly všechny minerální vody zpracovány pomocí hydrogeochemického programu PHREEQC. Program stanovuje tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytuje informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují. Pro každou minerální vodu stanoví, které ionty se ve vodě vyskytují samostatně a které tvoří iontové páry. Program počítá i aktivní koeficienty jednotlivých iontů a stanovuje k jakým minerálům je daná voda přesycená. Za daných modelových podmínek je touto hranicí hodnota saturačního indexu $SI + 0,3$. Tato informace zájemci sdělí, které ionty budou mít tendenci se z vody srážet.

Klasifikace minerálních vod se opírala o přílohu č. 1 k vyhlášce č. 423/2001 Sb. a dále o vyhlášku č. 275/2004 Sb. o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úprav. V některých případech jsme narazili na určitou nejednotnost ve výkladu. Především se jedná o terminologii týkající se celkové mineralizace.

Vyhláška č. 423/2001 Sb. člení minerální vody podle celkové mineralizace na následujících 5 skupin:

1. velmi slabě mineralizované s obsahem rozpuštěných pevných látek do 50 mg/l,
2. slabě mineralizované s obsahem rozpuštěných pevných látek 50 až 500 mg/l,
3. středně mineralizované s obsahem rozpuštěných pevných látek 500 mg/l až 1500 mg/l,
4. silně mineralizované s obsahem rozpuštěných pevných látek 1500 mg/l až 5 g/l,
5. velmi silně mineralizované s obsahem rozpuštěných pevných látek vyšším než 5 g/l;

Naopak vyhláška č. 275/2004 Sb. hovoří jen o třech kategoriích členěných podle odparu při 180°C.

Nízký obsah minerálních látek	Obsah rozpuštěných pevných látek (jako odparek při 180 °C) je nižší než 500 mg/l
Velmi nízký obsah minerálních látek	Obsah rozpuštěných pevných látek (jako odparek při 180 °C) je nižší než 50 mg/l
Bohatá na minerální soli	Obsah rozpuštěných pevných látek (jako odparek při 180 °C) je vyšší než 1500 mg/l

V textu jsme systematicky použili třídění podle obsahu rozpuštěných pevných látek, nicméně pro lepší orientaci uvádíme v následujícím tabelárním přehledu srovnání obou variant.

Tabulka 1 Srovnání třídění celkové mineralizace posuzovaných minerálních vod

Minerální voda	Klasifikace podle mineralizace podle	
	Skupina dle vyhlášky č. 423/2001 Sb	Kategorie dle vyhlášky č. 275/2004 Sb
Koruní	Středně mineralizovaná	Nízký obsah látek
Bílinská	Velmi silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Dobrá voda	Slabě mineralizovaná	Velmi nízký obsah látek
Hanácká kyselka	Silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Il Sano	Středně mineralizovaná	Střední obsah látek
Magnesia	Středně mineralizovaná	Střední obsah látek
Magnesia Extra	Silně mineralizovaná	Střední obsah látek
Mattoni	Středně mineralizovaná	Nízký obsah látek
Mlýnský pramen	Velmi silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Ondrášovka	Středně mineralizovaná	Střední obsah látek
Poděbradka	Silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Šaratica	Velmi silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Zaječická	Velmi silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Vincentka	Velmi silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Baldovská	Silně mineralizovaná	Střední obsah látek
Budiš	Silně mineralizovaná	Střední obsah látek
Fatra	Silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Lubovianka	Silně mineralizovaná	Střední obsah látek
Gemerka	Silně mineralizovaná	Bohatá na rozpuštěné látky
Mitická	Silně mineralizovaná	Střední obsah látek

KORUNNÍ

Studená, středně mineralizovaná kyselka typu Na – Ca – HCO₃ a Na – Ca – (Mg) – HCO₃

Geneze přírodní minerální vody Korunní

Přírodní minerální voda Korunní je geneticky velmi blízká minerální vodě Kyselka a Mattoni. Poměrně složité chemické složení minerální vody Korunní je dáno velmi pestrým litologickým složením horninového masívu, ve kterém se minerální voda formuje. Širší prostor infiltračního území je tvořen metamorfním pláštěm karlovarského žulového masívu, který je překryt neovulkanity Doupovských hor. Ke tvorbě minerální vody dochází v relativně mělké zóně pod povrchem, což se mimo jiné projevuje i na nízké teplotě, blízké průměrné roční teplotě vzduch v daném regionu. Minerální voda Korunní vychází na povrch silně porušeným tektonickým pásmem v granulitech a rulách a je sycena kysličníkem uhličitým juvenilního původu. Porušení horninového masívu je takové intenzity, že vývěry nejsou vázány na jednotlivé, dobře specifikované pukliny, ale jsou spíše rozptýleného charakteru. Tato skutečnost proto klade zvýšené nároky na jímání, protože jednotlivé jímací vrty se vzájemně ovlivňují. Konečný chemický typ přírodní minerální vody Korunní je výsledkem mísení dvou typů vod. Hlavní podíl mineralizace pochází z výše zmíněných metamorfitů, které se hlavní měrou podílejí na základním typu Na – Ca – HCO₃. Vyšší obsahy vápníku a především hořčíku pocházejí z vod, přitékajících z okolních neovulkanitů. Ty jsou zastoupeny čediči, tefrity a vulkanickými tufy.

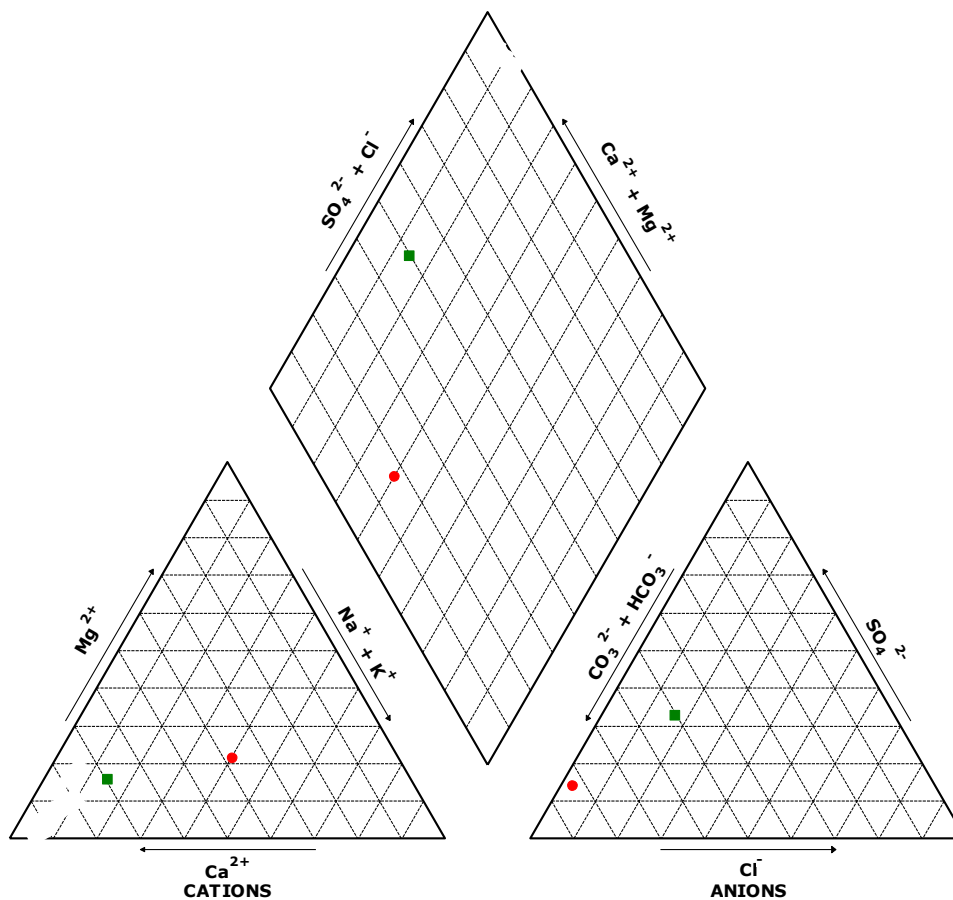
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Korunní do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 3) je porovnán genetický typ minerální vody Korunní s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Korunní je kombinací iontů velmi podobná vodě Mattoni a proto představuje vodu lišící se po chemické stránce od běžné pitné vody po všech stránkách. Odlišnost představuje jak vzájemný poměr kationtů, tak i aniontů. V případě kationtů má minerální voda Korunní výrazně větší zastoupení alkalických kovů než běžná pitná voda, naopak výrazně méně vápenatých iontů. Hořčík je v obou typech vod, minerální a běžné pitné, zastoupen zhruba stejnou měrou. U aniontů je odlišnost minerální vody od běžné pitné ještě výraznější a u minerální vody Korunní jej způsobuje dominantní aniont HCO₃.

Obrázek 3 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Korunní s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Korunní
- vodovod Praha



Tabulka 2 Vybrané ukazatele v minerální vodě Korunní

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $mS \cdot m^{-1}$)	70,4	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	5,75	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $mg \cdot l^{-1}$)	451	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,18	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	63,4	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	15,9	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	20,0	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,24	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	59,8	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	8,6	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,60	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,010	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	3,6	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO_3^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	395	DIN EN ISO 9963-1

Sírany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	51,4	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	43,9	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	8,6	0,243	0,243	3,08
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	395	6,473	6,473	82,19
Dusitany (NO ₂ ⁻)	0,010	0,000	0,000	0,00
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	3,6	0,058	0,058	0,74
Sírany (SO ₄ ²⁻)	51,4	1,070	0,535	13,59
Fluoridy (F ⁻)	0,60	0,032	0,032	0,40
Jodidy (I ⁻)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	459,210	7,876	7,341	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	< 0,01	-	-	-
Lithium (Li ⁺)	0,18	0,026	0,026	0,33
Sodík (Na ⁺)	63,4	2,758	2,758	35,23
Draslík (K ⁺)	15,9	0,407	0,407	5,20
Hořčík (Mg ²⁺)	20,0	1,645	0,823	21,01
Vápník (Ca ²⁺)	59,8	2,984	1,492	38,12
Mangan (Mn ²⁺)	0,24	0,009	0,004	0,11
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	159,52	7,829	5,510	100
Iontově rozpuštěné látky	618,73		12,851	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Korunní programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Korunní. Chyba rozboru dosahuje 0.31%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 3 je zřejmé, že v případě minerální vody Korunní pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 3 Speciace roztoku minerální vody Korunní

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	1.945e-06	1.778e-06	-5.711	-5.750	-0.039	0.00
OH-	1.834e-09	1.653e-09	-8.737	-8.782	-0.045	-4.95
H2O	5.551e+01	9.993e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C (4)	3.632e-02					
CO2	2.982e-02	2.989e-02	-1.526	-1.524	0.001	33.66
HCO3-	6.376e-03	5.779e-03	-2.195	-2.238	-0.043	23.23
CaHCO3+	5.550e-05	5.038e-05	-4.256	-4.298	-0.042	8.98
MgHCO3+	3.707e-05	3.346e-05	-4.431	-4.475	-0.044	4.95
(CO2) 2	9.531e-06	9.553e-06	-5.021	-5.020	0.001	67.32
NaHCO3	8.810e-06	8.830e-06	-5.055	-5.054	0.001	1.80
MnHCO3+	1.189e-06	1.076e-06	-5.925	-5.968	-0.043	(0)
CO3-2	1.566e-07	1.057e-07	-6.805	-6.976	-0.171	-7.12
CaCO3	1.352e-07	1.355e-07	-6.869	-6.868	0.001	-14.66
MgCO3	4.123e-08	4.133e-08	-7.385	-7.384	0.001	-17.07
MnCO3	1.750e-08	1.754e-08	-7.757	-7.756	0.001	(0)
NaCO3-	2.441e-09	2.204e-09	-8.613	-8.657	-0.044	-2.94
Ca	1.493e-03					
Ca+2	1.392e-03	9.383e-04	-2.856	-3.028	-0.171	-18.25
CaHCO3+	5.550e-05	5.038e-05	-4.256	-4.298	-0.042	8.98
CaSO4	4.567e-05	4.578e-05	-4.340	-4.339	0.001	6.79
CaCO3	1.352e-07	1.355e-07	-6.869	-6.868	0.001	-14.66
CaHSO4+	4.912e-10	4.436e-10	-9.309	-9.353	-0.044	(0)
CaOH+	9.688e-11	8.751e-11	-10.014	-10.058	-0.044	(0)
Cl	2.427e-04					
Cl-	2.427e-04	2.189e-04	-3.615	-3.660	-0.045	17.43
MnCl+	2.059e-09	1.864e-09	-8.686	-8.730	-0.043	-8.09
MnCl2	1.777e-13	1.782e-13	-12.750	-12.749	0.001	109.25
MnCl3-	1.187e-17	1.074e-17	-16.926	-16.969	-0.043	43.93
F	3.160e-05					
F-	3.072e-05	2.769e-05	-4.513	-4.558	-0.045	-1.62
MgF+	7.844e-07	7.091e-07	-6.105	-6.149	-0.044	-10.57
HF	5.673e-08	5.687e-08	-7.246	-7.245	0.001	11.64
NaF	3.950e-08	3.959e-08	-7.403	-7.402	0.001	6.55
MnF+	4.422e-10	4.003e-10	-9.354	-9.398	-0.043	(0)
HF2-	5.783e-12	5.223e-12	-11.238	-11.282	-0.044	21.14
SiF6-2	3.194e-23	2.145e-23	-22.496	-22.669	-0.173	41.41
H (0)	3.454e-36					
H2	1.727e-36	1.731e-36	-35.763	-35.762	0.001	28.63
K	4.069e-04					
K+	4.062e-04	3.663e-04	-3.391	-3.436	-0.045	8.45
KSO4-	6.657e-07	6.033e-07	-6.177	-6.219	-0.043	33.59
Li	2.596e-05					
Li+	2.592e-05	2.353e-05	-4.586	-4.628	-0.042	-0.87
LiSO4-	3.504e-08	3.172e-08	-7.455	-7.499	-0.043	(0)
Mg	8.232e-04					
Mg+2	7.605e-04	5.160e-04	-3.119	-3.287	-0.168	-21.05
MgHCO3+	3.707e-05	3.346e-05	-4.431	-4.475	-0.044	4.95
MgSO4	2.481e-05	2.487e-05	-4.605	-4.604	0.001	5.12
MgF+	7.844e-07	7.091e-07	-6.105	-6.149	-0.044	-10.57
MgCO3	4.123e-08	4.133e-08	-7.385	-7.384	0.001	-17.07
MgOH+	2.782e-10	2.529e-10	-9.556	-9.597	-0.041	(0)

Mn (2)	4.371e-06						
Mn+2	3.078e-06	2.090e-06	-5.512	-5.680	-0.168	-20.31	
MnHCO3+	1.189e-06	1.076e-06	-5.925	-5.968	-0.043	(0)	
MnSO4	8.472e-08	8.492e-08	-7.072	-7.071	0.001	30.96	
MnCO3	1.750e-08	1.754e-08	-7.757	-7.756	0.001	(0)	
MnCl+	2.059e-09	1.864e-09	-8.686	-8.730	-0.043	-8.09	
MnF+	4.422e-10	4.003e-10	-9.354	-9.398	-0.043	(0)	
MnOH+	9.202e-12	8.330e-12	-11.036	-11.079	-0.043	(0)	
MnCl2	1.777e-13	1.782e-13	-12.750	-12.749	0.001	109.25	
Mn (NO3) 2	2.350e-14	2.356e-14	-13.629	-13.628	0.001	46.00	
MnCl3-	1.187e-17	1.074e-17	-16.926	-16.969	-0.043	43.93	
Mn (OH) 3-	6.492e-24	5.877e-24	-23.188	-23.231	-0.043	(0)	
Mn (3)	5.594e-22						
Mn+3	5.594e-22	2.502e-22	-21.252	-21.602	-0.349	(0)	
N (3)	2.175e-07						
NO2-	2.175e-07	1.957e-07	-6.663	-6.708	-0.046	23.95	
N (5)	5.810e-05						
NO3-	5.810e-05	5.228e-05	-4.236	-4.282	-0.046	27.71	
Mn (NO3) 2	2.350e-14	2.356e-14	-13.629	-13.628	0.001	46.00	
Na	2.760e-03						
Na+	2.747e-03	2.485e-03	-2.561	-2.605	-0.044	-2.38	
NaHCO3	8.810e-06	8.830e-06	-5.055	-5.054	0.001	1.80	
NaSO4-	3.840e-06	3.480e-06	-5.416	-5.458	-0.043	14.51	
NaF	3.950e-08	3.959e-08	-7.403	-7.402	0.001	6.55	
NaCO3-	2.441e-09	2.204e-09	-8.613	-8.657	-0.044	-2.94	
NaOH	4.098e-22	4.107e-22	-21.387	-21.386	0.001	(0)	
O (0)	2.215e-26						
O2	1.108e-26	1.110e-26	-25.956	-25.955	0.001	28.95	
S (6)	5.354e-04						
SO4-2	4.603e-04	3.088e-04	-3.337	-3.510	-0.173	11.96	
CaSO4	4.567e-05	4.578e-05	-4.340	-4.339	0.001	6.79	
MgSO4	2.481e-05	2.487e-05	-4.605	-4.604	0.001	5.12	
NaSO4-	3.840e-06	3.480e-06	-5.416	-5.458	-0.043	14.51	
KSO4-	6.657e-07	6.033e-07	-6.177	-6.219	-0.043	33.59	
MnSO4	8.472e-08	8.492e-08	-7.072	-7.071	0.001	30.96	
HSO4-	4.354e-08	3.933e-08	-7.361	-7.405	-0.044	38.95	
LiSO4-	3.504e-08	3.172e-08	-7.455	-7.499	-0.043	(0)	
CaHSO4+	4.912e-10	4.436e-10	-9.309	-9.353	-0.044	(0)	
Si	7.311e-04						
H4SiO4	7.311e-04	7.328e-04	-3.136	-3.135	0.001	53.67	
H3SiO4-	3.781e-08	3.413e-08	-7.422	-7.467	-0.044	27.44	
H2SiO4-2	6.647e-16	4.484e-16	-15.177	-15.348	-0.171	(0)	
SiF6-2	3.194e-23	2.145e-23	-22.496	-22.669	-0.173	41.41	

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 4, je zřejmé jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Korunní tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycené jeví chalcedonit a křemen a budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 4 Minerální fáze minerální vody Korunní, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-2.42	-6.54	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-1.75	-10.00	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-1.59	-10.00	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.60	-3.13	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-15.79	18.37	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.26	-1.52	-1.27	CO ₂
Dolomite	-3.54	-20.27	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fluorite	-1.35	-12.14	-10.80	CaF ₂
Gypsum	-1.95	-6.54	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-32.71	-35.76	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-7.82	-6.26	1.56	NaCl
Hausmannite	-14.80	50.14	64.94	Mn ₃ O ₄
Manganite	-3.18	22.16	25.34	MnOOH
O ₂ (g)	-23.19	-25.95	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-9.38	5.82	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-5.41	38.50	43.91	MnO ₂ ·H ₂ O
Quartz	1.08	-3.13	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-1.58	-12.66	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-9.16	7.02	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-11.64	7.02	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
SiO ₂ (a)	-0.29	-3.13	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-7.92	-7.10	0.82	KCl
Talc	-11.10	12.10	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Korunní

- Přírodní minerální voda je středně mineralizovaná kyselka typu Na – Ca – HCO₃ a Na – Ca – (Mg) – HCO₃
- Výsledný chemismus se formuje interakcí infiltrující se srážkové vody se silně tektonicky porušenými granuly a rulami.
- Dosavadní poznatky naznačují poměrnou stabilitu chemického složení. Dominantní úloha složky HCO₃ není ohrožena, nicméně vzájemný poměr iontů Na a Ca je si do té míry blízký, že je teoreticky možný případ, kdy jejich vzájemné pořadí v posloupnosti převládajících kationtů by se vzájemně prohodil.
- Pouze trojmocný mangan se v roztoku vyskytuje samostatně, zatímco všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Korunní

Kolářová, M., Myslík, V. (1978): Minerální vody Západočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.

Trojan, Č. (1971): Vyhodnocení průzkumného vrtu BJ-4 v Korunní.- MS Geofond. Praha.

Vylita, B. (2004): Závěrečná zpráva geologicko-průzkumných prací. Poloprovozní hydrodynamická zkouška ve vrtu BJ-25 Korunní.- MS Terra-test. Archiv. Min. zdrav.

BÍLINSKÁ KYSELKA

Studená, velmi silně mineralizovaná léčivá kyselka typu Na – HCO₃ se zvýšeným obsahem F

Geneze léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka

Bílinská kyselka se jímá nedaleko stejnojmenného města v podkrušnohoří. Bílinská kyselka představuje v rámci minerálních vod České republiky poměrně velmi unikátní vodu. Jedná se o naši nejsilněji mineralizovanou alkalickou vodu s obsahem rozpuštěných látek až 7,3 g/l se zvýšenými obsahy fluoridů a chloridů.

Tato zvláštní kombinace iontů je produktem interakcí vody s velmi složitou kombinací horninových typů a minerálů. Minerální voda vzniká působením infiltrované podzemní vody s rozpuštěným CO₂ na alumosilikátové systémy v hloubkách prvních stovek metrů pod povrchem. Zvýšený obsah chloridových a fluoridových iontů je vázán na rozklad slíd. Kyselka vystupuje po puklinách v biotitických a dvojslídnych ortorulách s přechodem do migmatitů. Ortorulami pronikají tenké ložní žíly světlých aplitických ortorul nebo pegmatoidní shluky s častým turmalínem. V rulách se vyskytují polohy s různě intenzivně rozloženými živci a tmavými minerály. Zvláště v blízkosti rozpukání se objevuje sericitace živců. V některých polohách se rovněž setkáváme se žilkami karbonátů a pyritovými krystaly.

Z praktického hlediska má Bílinská kyselka poměrně nízkou vydatnost maximálně cca 30 l/ minutu. Veškeré snahy zvýšit možnost jímatelného množství selhaly. Rizikem je míchání s běžnou srážkovou vodou vedoucí k poklesu mineralizace, snížení obsahu CO₂ a zvyšování koncentrací Fe²⁺.

Dodržování současného způsobu jímání vrty a zachování režimu odběrů je zárukou stabilního chemického složení. O neměnné vzájemné kombinaci iontů i celkové mineralizace svědčí unikátní data z počátku 19. století (Gerle 1829, Gintl et al. 1898).

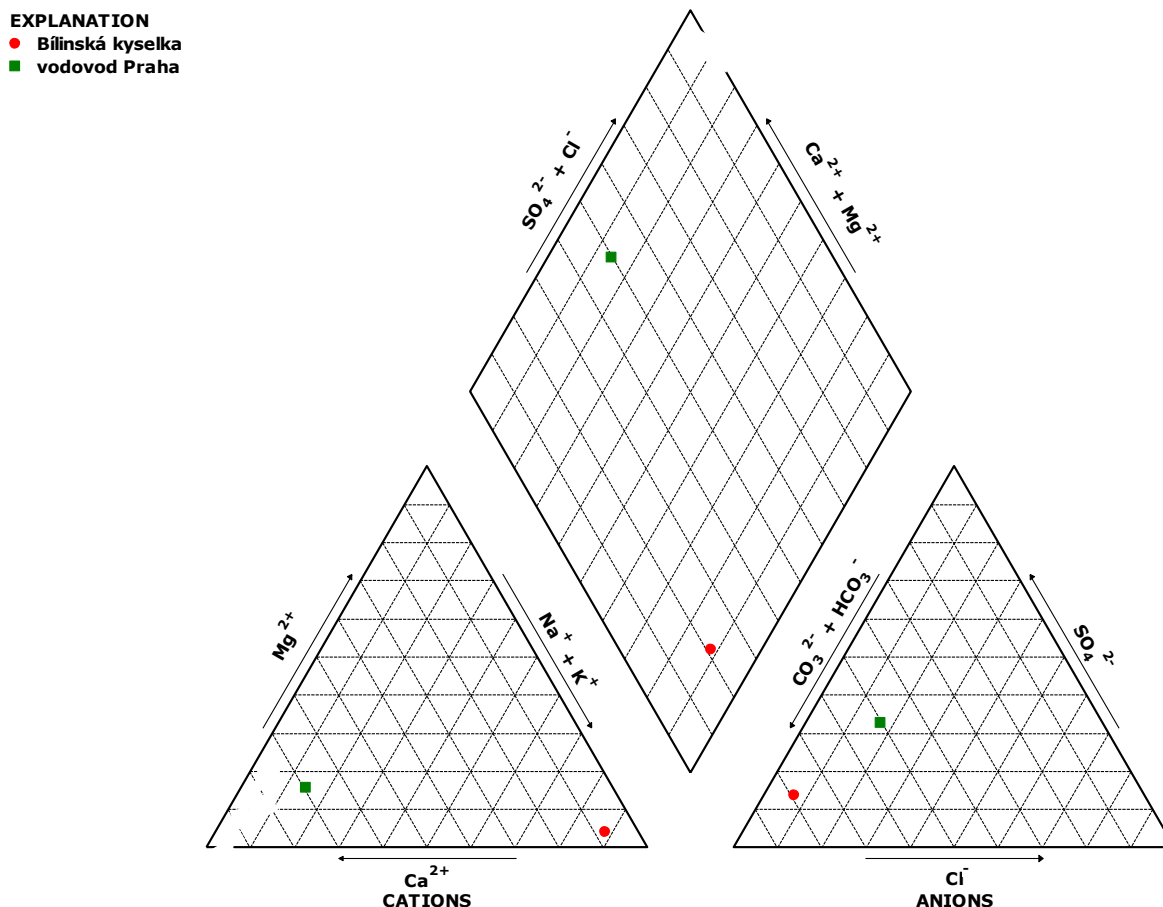
Bílinská kyselka se pro léčbu aplikuje ve formě pitných kúr, inhalací a koupelí. Využívá se pro léčbu nespecifických katarů horních cest dýchacích s vazbou expektarací, suché bronchitidy, kyselé žaludeční katarů a neurastenie.

Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 4) je porovnán genetický typ minerální vody Bílinská kyselka s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Bílinská kyselka je minerální vodou, která se od běžné pitné vody po chemické stránce mimořádně odlišuje. Zásadní rozdíl představují především kationty, konkrétně alkalické kovy, které jsou u Bílinské kyselky zcela dominantním iontem. Podobný, i když již ne tak výrazný rozdíl, je i v případě aniontů. U Bílinské kyselky je hlavní aniont HCO₃, který je sice u pražské pitné vody rovněž iontem převládajícím, nicméně poměr vůči ostatním aniontům není tak dominantní.

Významnou odlišností je rovněž celková mineralizace, která v případě Bílinské kyselky takřka řádově převyšuje mineralizaci pražské pitné vody.

Obrázek 4 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka s pitnou vodou v Praze



Tabulka 5 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	704	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,92	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	5 092	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	3,5	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	3,62	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	1 750	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	86,0	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	42,0	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,06	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	135	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE

Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	1,50	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	223	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	4,7	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,012	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,020	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,60	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	4 360	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	585	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	44,8	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	223	6,291	6,291	6,98
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	4 360	71,452	71,452	79,23
Dusitany (NO ₂ ⁻)	0,020	0,000	0,000	0,00
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	0,60	0,010	0,010	0,01
Sířany (SO ₄ ²⁻)	585	12,180	6,090	13,51
Fluoridy (F ⁻)	4,7	0,247	0,247	0,27
Jodidy (I ⁻)	0,012	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	5 173,332	90,180	84,090	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	3,5	0,194	0,194	0,22
Lithium (Li ⁺)	3,62	0,522	0,522	0,58
Sodík (Na ⁺)	1 750	76,120	76,120	85,26
Draslík (K ⁺)	86,0	2,199	2,199	2,46
Hořčík (Mg ²⁺)	42,0	3,454	1,728	3,87
Vápník (Ca ²⁺)	135	6,737	3,368	7,55
Mangan (Mn ²⁺)	0,06	0,002	0,001	0,00
Železo (Fe)	1,50	0,054	0,027	0,06
Kationty celkem	2 021,68	89,282	84,159	100
Iontově rozpuštěné látky	7 195,012		168,249	

Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Bílinská kyselka. Chyba rozboru dosahuje 0.54%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 6 je zřejmé, že v případě minerální vody Bílinská kyselka pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 6 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka

Species	Molality	Activity	Log Molality	Log Activity	Log Gamma	mole V cm ³ /mol
H+	1.447e-07	1.202e-07	-6.840	-6.920	-0.080	0.00
OH-	3.166e-08	2.439e-08	-7.500	-7.613	-0.113	-4.69
H2O	5.551e+01	9.969e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	9.069e-02					
HCO3-	6.886e-02	5.479e-02	-1.162	-1.261	-0.099	23.64
CO2	1.879e-02	1.920e-02	-1.726	-1.717	0.009	33.66
NaHCO3	1.936e-03	1.979e-03	-2.713	-2.704	0.009	1.80
CaHCO3+	6.291e-04	5.049e-04	-3.201	-3.297	-0.096	9.07
MgHCO3+	3.948e-04	3.070e-04	-3.404	-3.513	-0.109	5.06
CO3-2	3.697e-05	1.482e-05	-4.432	-4.829	-0.397	-6.33
CaCO3	1.965e-05	2.008e-05	-4.707	-4.697	0.009	-14.66
NaCO3-	9.259e-06	7.306e-06	-5.033	-5.136	-0.103	-2.40
FeHCO3+	5.905e-06	4.659e-06	-5.229	-5.332	-0.103	(0)
MgCO3	5.488e-06	5.609e-06	-5.261	-5.251	0.009	-17.07
(CO2) 2	3.859e-06	3.944e-06	-5.414	-5.404	0.009	67.32
MnHCO3+	6.783e-07	5.364e-07	-6.169	-6.270	-0.102	(0)
FeCO3	2.958e-07	3.023e-07	-6.529	-6.520	0.009	(0)
MnCO3	1.265e-07	1.293e-07	-6.898	-6.888	0.009	(0)
Ca	3.393e-03					
Ca+2	2.446e-03	9.918e-04	-2.611	-3.004	-0.392	-17.85
CaHCO3+	6.291e-04	5.049e-04	-3.201	-3.297	-0.096	9.07
CaSO4	2.976e-04	3.042e-04	-3.526	-3.517	0.009	6.79
CaCO3	1.965e-05	2.008e-05	-4.707	-4.697	0.009	-14.66
CaOH+	1.730e-09	1.365e-09	-8.762	-8.865	-0.103	(0)
CaHSO4+	2.526e-10	1.993e-10	-9.598	-9.700	-0.103	(0)
Cl	6.336e-03					
Cl-	6.336e-03	4.912e-03	-2.198	-2.309	-0.111	17.60
FeCl+	7.308e-09	5.766e-09	-8.136	-8.239	-0.103	(0)
MnCl+	2.780e-09	2.198e-09	-8.556	-8.658	-0.102	-7.99
MnCl2	4.611e-12	4.713e-12	-11.336	-11.327	0.009	109.25
FeCl+2	7.503e-14	2.935e-14	-13.125	-13.532	-0.408	(0)
MnCl3-	8.062e-15	6.375e-15	-14.094	-14.195	-0.102	44.27
FeCl2+	1.343e-15	1.062e-15	-14.872	-14.974	-0.102	(0)
FeCl3	5.105e-19	5.217e-19	-18.292	-18.283	0.009	(0)

F	2.492e-04					
F-	2.373e-04	1.829e-04	-3.625	-3.738	-0.113	-1.46
NaF	6.046e-06	6.179e-06	-5.219	-5.209	0.009	6.55
MgF+	5.778e-06	4.532e-06	-5.238	-5.344	-0.105	-10.47
HF	2.484e-08	2.539e-08	-7.605	-7.595	0.009	11.64
FeF+	1.971e-09	1.555e-09	-8.705	-8.808	-0.103	(0)
FeF2+	5.669e-10	4.483e-10	-9.246	-9.348	-0.102	(0)
FeF+2	1.900e-10	7.431e-11	-9.721	-10.129	-0.408	(0)
MnF+	1.757e-10	1.390e-10	-9.755	-9.857	-0.102	(0)
FeF3	1.205e-10	1.231e-10	-9.919	-9.910	0.009	(0)
HF2-	1.952e-11	1.540e-11	-10.710	-10.812	-0.103	21.31
SiF6-2	1.004e-22	3.928e-23	-21.998	-22.406	-0.408	42.08
Fe (2)	8.477e-06					
FeHCO3+	5.905e-06	4.659e-06	-5.229	-5.332	-0.103	(0)
Fe+2	2.050e-06	8.504e-07	-5.688	-6.070	-0.382	-22.72
FeCO3	2.958e-07	3.023e-07	-6.529	-6.520	0.009	(0)
FeSO4	2.152e-07	2.200e-07	-6.667	-6.658	0.009	38.92
FeCl+	7.308e-09	5.766e-09	-8.136	-8.239	-0.103	(0)
FeF+	1.971e-09	1.555e-09	-8.705	-8.808	-0.103	(0)
FeOH+	8.662e-10	6.850e-10	-9.062	-9.164	-0.102	(0)
FeHSO4+	2.166e-13	1.709e-13	-12.664	-12.767	-0.103	(0)
Fe (OH) 2	1.198e-14	1.224e-14	-13.922	-13.912	0.009	(0)
Fe (OH) 3-	4.082e-18	3.228e-18	-17.389	-17.491	-0.102	(0)
Fe (3)	1.858e-05					
Fe (OH) 2+	1.307e-05	1.040e-05	-4.884	-4.983	-0.099	(0)
Fe (OH) 3	5.461e-06	5.581e-06	-5.263	-5.253	0.009	(0)
Fe (OH) 4-	2.811e-08	2.237e-08	-7.551	-7.650	-0.099	(0)
FeOH+2	1.763e-08	6.895e-09	-7.754	-8.161	-0.408	(0)
FeF2+	5.669e-10	4.483e-10	-9.246	-9.348	-0.102	(0)
FeF+2	1.900e-10	7.431e-11	-9.721	-10.129	-0.408	(0)
FeF3	1.205e-10	1.231e-10	-9.919	-9.910	0.009	(0)
FeSO4+	6.194e-12	4.899e-12	-11.208	-11.310	-0.102	(0)
Fe+3	1.729e-12	3.264e-13	-11.762	-12.486	-0.724	(0)
Fe (SO4) 2-	2.479e-13	1.956e-13	-12.606	-12.709	-0.103	(0)
Fe2 (OH) 2+4	1.090e-13	2.458e-15	-12.963	-14.609	-1.647	(0)
FeCl+2	7.503e-14	2.935e-14	-13.125	-13.532	-0.408	(0)
Fe3 (OH) 4+5	8.585e-15	2.294e-17	-14.066	-16.639	-2.573	(0)
FeCl2+	1.343e-15	1.062e-15	-14.872	-14.974	-0.102	(0)
FeHSO4+2	4.252e-18	1.648e-18	-17.371	-17.783	-0.412	(0)
FeCl3	5.105e-19	5.217e-19	-18.292	-18.283	0.009	(0)
H (0)	2.570e-31					
H2	1.285e-31	1.313e-31	-30.891	-30.882	0.009	28.63
K	2.215e-03					
K+	2.193e-03	1.695e-03	-2.659	-2.771	-0.112	8.61
KSO4-	2.207e-05	1.756e-05	-4.656	-4.756	-0.099	33.76
Li	5.255e-04					
Li+	5.210e-04	4.181e-04	-3.283	-3.379	-0.096	-0.70
LiSO4-	4.481e-06	3.544e-06	-5.349	-5.451	-0.102	(0)
Mg	1.740e-03					
Mg+2	1.186e-03	4.994e-04	-2.926	-3.302	-0.376	-20.65
MgHCO3+	3.948e-04	3.070e-04	-3.404	-3.513	-0.109	5.06
MgSO4	1.481e-04	1.513e-04	-3.830	-3.820	0.009	5.12
MgF+	5.778e-06	4.532e-06	-5.238	-5.344	-0.105	-10.47
MgCO3	5.488e-06	5.609e-06	-5.261	-5.251	0.009	-17.07
MgOH+	4.470e-09	3.611e-09	-8.350	-8.442	-0.093	(0)

Mn (2)	1.100e-06					
MnHCO3+	6.783e-07	5.364e-07	-6.169	-6.270	-0.102	(0)
Mn+2	2.648e-07	1.099e-07	-6.577	-6.959	-0.382	-18.70
MnCO3	1.265e-07	1.293e-07	-6.898	-6.888	0.009	(0)
MnSO4	2.746e-08	2.806e-08	-7.561	-7.552	0.009	30.96
MnCl+	2.780e-09	2.198e-09	-8.556	-8.658	-0.102	-7.99
MnF+	1.757e-10	1.390e-10	-9.755	-9.857	-0.102	(0)
MnOH+	8.170e-12	6.461e-12	-11.088	-11.190	-0.102	(0)
MnCl2	4.611e-12	4.713e-12	-11.336	-11.327	0.009	109.25
MnCl3-	8.062e-15	6.375e-15	-14.094	-14.195	-0.102	44.27
Mn (NO3) 2	2.450e-17	2.504e-17	-16.611	-16.601	0.009	46.00
Mn (OH) 3-	1.255e-21	9.925e-22	-20.901	-21.003	-0.102	(0)
Mn (3)	1.710e-26					
Mn+3	1.710e-26	3.229e-27	-25.767	-26.491	-0.724	(0)
N (-3)	1.954e-04					
NH4+	1.907e-04	1.439e-04	-3.720	-3.842	-0.122	17.49
NH4SO4-	4.560e-06	3.598e-06	-5.341	-5.444	-0.103	32.55
NH3	2.182e-07	2.230e-07	-6.661	-6.652	0.009	23.51
N (3)	4.379e-07					
NO2-	4.379e-07	3.340e-07	-6.359	-6.476	-0.118	24.12
N (5)	9.747e-06					
NO3-	9.747e-06	7.434e-06	-5.011	-5.129	-0.118	27.90
Mn (NO3) 2	2.450e-17	2.504e-17	-16.611	-16.601	0.009	46.00
Na	7.668e-02					
Na+	7.407e-02	5.873e-02	-1.130	-1.231	-0.101	-2.07
NaHCO3	1.936e-03	1.979e-03	-2.713	-2.704	0.009	1.80
NaSO4-	6.497e-04	5.170e-04	-3.187	-3.287	-0.099	16.30
NaCO3-	9.259e-06	7.306e-06	-5.033	-5.136	-0.103	-2.40
NaF	6.046e-06	6.179e-06	-5.219	-5.209	0.009	6.55
NaOH	1.402e-19	1.432e-19	-18.853	-18.844	0.009	(0)
O (0)	3.758e-36					
O2	1.879e-36	1.920e-36	-35.726	-35.717	0.009	28.95
S (6)	6.134e-03					
SO4-2	5.007e-03	1.942e-03	-2.300	-2.712	-0.411	12.64
NaSO4-	6.497e-04	5.170e-04	-3.187	-3.287	-0.099	16.30
CaSO4	2.976e-04	3.042e-04	-3.526	-3.517	0.009	6.79
MgSO4	1.481e-04	1.513e-04	-3.830	-3.820	0.009	5.12
KSO4-	2.207e-05	1.756e-05	-4.656	-4.756	-0.099	33.76
NH4SO4-	4.560e-06	3.598e-06	-5.341	-5.444	-0.103	32.55
LiSO4-	4.481e-06	3.544e-06	-5.349	-5.451	-0.102	(0)
FeSO4	2.152e-07	2.200e-07	-6.667	-6.658	0.009	38.92
MnSO4	2.746e-08	2.806e-08	-7.561	-7.552	0.009	30.96
HSO4-	2.118e-08	1.671e-08	-7.674	-7.777	-0.103	39.12
CaHSO4+	2.526e-10	1.993e-10	-9.598	-9.700	-0.103	(0)
FeSO4+	6.194e-12	4.899e-12	-11.208	-11.310	-0.102	(0)
Fe (SO4) 2-	2.479e-13	1.956e-13	-12.606	-12.709	-0.103	(0)
FeHSO4+	2.166e-13	1.709e-13	-12.664	-12.767	-0.103	(0)
FeHSO4+2	4.252e-18	1.648e-18	-17.371	-17.783	-0.412	(0)
Si	7.511e-04					
H4SiO4	7.504e-04	7.669e-04	-3.125	-3.115	0.009	53.67
H3SiO4-	6.793e-07	5.283e-07	-6.168	-6.277	-0.109	27.61
H2SiO4-2	2.562e-13	1.027e-13	-12.592	-12.989	-0.397	(0)
SiF6-2	1.004e-22	3.928e-23	-21.998	-22.406	-0.408	42.08

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 7 je zřejmé, k jakým minerálům je daná voda přesycená. Konkrétně pro Bílinskou kyselku tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycené jeví aragonit, kalcit, dolomit, fluorit, křemen, hydroxid železitý, goethit a chalcedonit budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 7 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Bílinská kyselka, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-1.59	-5.72	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	0.42	-7.83	-8.26	CaCO ₃
Calcite	0.58	-7.83	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.62	-3.11	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-8.77	25.38	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.45	-1.72	-1.27	CO ₂
Dolomite	0.76	-15.96	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH)3(a)	3.38	8.27	4.89	Fe(OH) ₃
Fluorite	0.32	-10.48	-10.80	CaF ₂
Goethite	8.71	8.27	-0.44	FeOOH
Gypsum	-1.13	-5.72	-4.59	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ (g)	-27.83	-30.88	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-5.10	-3.54	1.56	NaCl
Hausmannite	-16.50	48.44	64.94	Mn ₃ O ₄
Hematite	19.35	16.54	-2.81	Fe ₂ O ₃
Manganite	-4.56	20.78	25.34	MnOOH
Melanterite	-6.38	-8.79	-2.41	FeSO ₄ :7H ₂ O
NH ₃ (g)	-8.78	-6.65	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-32.95	-35.72	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.32	6.88	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-9.23	34.68	43.91	MnO ₂ :H ₂ O
Quartz	1.10	-3.11	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.71	-11.79	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-4.44	11.73	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(d)	-6.93	11.73	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Siderite	-0.11	-10.90	-10.79	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.27	-3.11	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-5.90	-5.08	0.82	KCl
Talc	-4.04	19.16	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro léčivý minerální zdroj Bílinská kyselka

- Léčivý minerální zdroj Bílinská kyselka je velmi silně mineralizovaná kyselka typu Na – HCO₃ se zvýšeným obsahem fluoritu.
- V rámci České republiky se jedná o unikátní vodu - nejsilněji mineralizovanou alkalickou vodu.
- Minerální voda vzniká působením infiltrované podzemní vody na alumosilikátové systémy v hloubkách prvních stovek metrů pod povrchem. Zvýšený obsah chloridových a fluoridových iontů je vázán na rozklad slíd.

- Dodržování současného způsobu jímání vrty a zachování režimu odběrů je zárukou stabilního chemického složení. O neměnné vzájemné kombinaci iontů i celkové mineralizace svědčí unikátní data z počátku 19. století
- Pouze trojmocný mangan se v roztoku vyskytuje samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Aragonit, kalcit, dolomit, fluorit, křemen, hydroxid železitý, goethit a chalcedonit mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro léčivý minerální zdroj Bílinská kyselka

Gerle, W.A. (1829): Böhmens Heilquellen. Ein Handbuch für Kurgäste in Francensbrunn, Karlsbad, Marienbad und Teplitz.- Praha.

Gintl, W. et al. (1898): Die Mineralwasser-quellen von Bilin in Böhmen und die an denselben in den Jahren 188-1890 durchgeführten Sanierungs-Arbeiten.- Bilin.

Kačura , G. (1980): Minerální vody severočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.

DOBRÁ VODA

Studená slabě mineralizovaná voda typu Mg, Na – HCO₃

Geneze přírodní minerální vody Dobrá voda

Dobrá voda pochází z jižní části Třeboňské pánve, konkrétně z vrtů v obci Byňov nedaleko Nových Hradů. Až do devadesátých let minulého století se jednalo o běžnou podzemní vodu, jejíž statut však byl změněn na přírodní minerální a tato voda se začala distribuovat na trh pod obchodní značkou Dobrá voda. Geneticky pochází ze dvou hloubkových etáží klikovského souvrství, které je charakterizované nepravidelným střídáním většího počtu kolektorů tvořených pískovci a izolátorů představovaných jílovcí. Běžné jsou však i vrstvy přechodového litologického složení. V hlubších partiích poblíž stropnického příkopu je podle Krásného et al. (2012) vyvinuta hloubková hydrochemická zonálnost. Ta se projevuje přechodem chemického typu Ca, Mg-HCO₃ na typ Mg, Ca – HCO₃, který při bázi pánve přechází na Mg, Ca, Na – HCO₃. Podzemní vody podložního krystalinika jsou již výhradně typu Na-HCO₃. Typ přírodní minerální vody Dobrá voda proto dokládá převahu hlubšího zdroje s určitým vlivem z podloží.

Obecnou vlastností podzemních vod Třeboňské pánve, která se projevuje i v případě Dobré vody je nízká celková mineralizace a zvýšené obsahy železa. To je pro balenou minerální vodu odstraňováno, takže jeho obsah v přiložené analýze je pod mezí detekce.

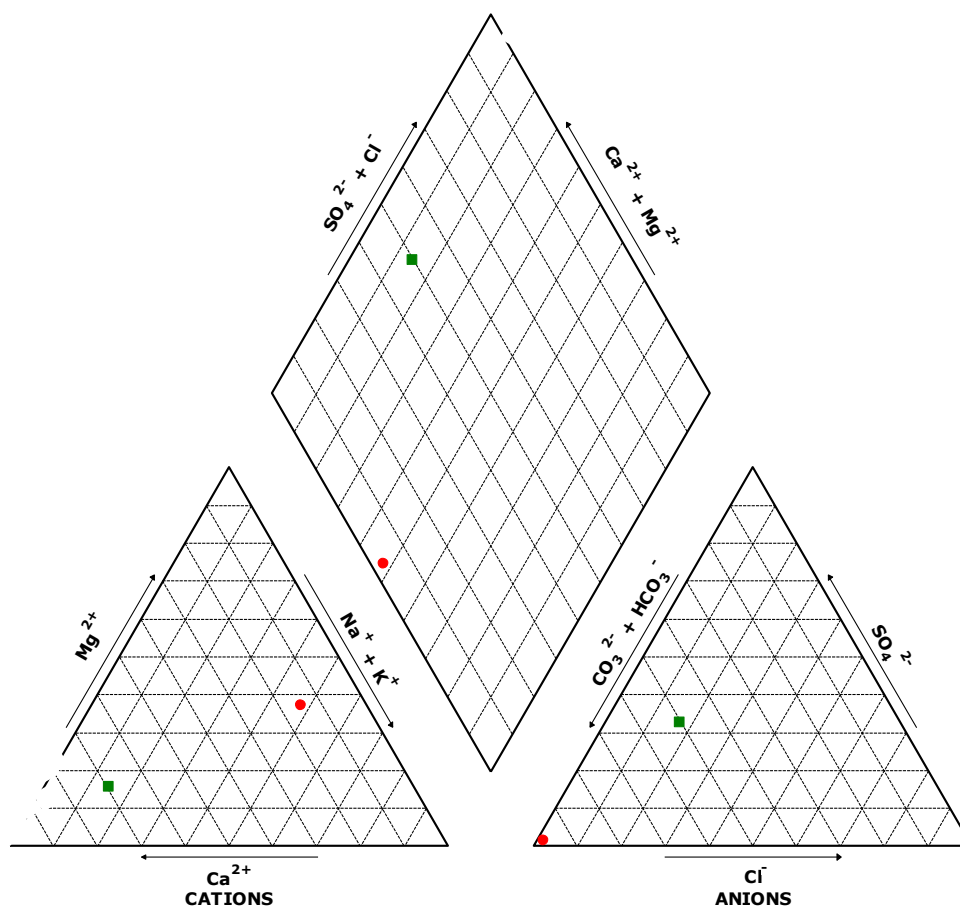
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Dobrá voda do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 5) je porovnán genetický typ přírodní minerální vody Dobrá voda s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Dobrá voda se po chemické stránce od pražské pitné vody liší. Tuto odlišnost představují zhruba stejnou měrou vzájemné poměry kationtů i aniontů. Zatímco u Dobré vody převládají ve víceméně stejném poměru zastoupení sodík a hořčík při poměrně nízkých obsazích vápníku, iont Ca je dominantní v pražské pitné vodě. V případě aniontů jsou převládajícím iontem hydrogenkarbonáty. Ty v pitné vodě v Praze sice představují rovněž významnou složku, dominance ale není tak zřetelná.

Obrázek 5 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Dobrá voda s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Dobrá voda
- vodovod Praha



Tabulka 8 Vybrané ukazatele v minerální vodě Dobrá voda

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	17,2	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	5,30	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	29,5	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,10	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	12,6	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	10,6	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	7,7	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	5,2	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,76	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,66	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	94,3	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	11,0	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	0,76	0,021	0,021	1,32
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	94,3	1,545	1,545	95,13
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO ₄ ²⁻)	1,1	0,023	0,011	1,41
Fluoridy (F ⁻)	0,66	0,035	0,035	2,14
Jodidy (I ⁻)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	96,820	1,624	1,612	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,10	0,006	0,006	0,32
Lithium (Li ⁺)	< 0,01	-	-	-
Sodík (Na ⁺)	12,6	0,548	0,548	31,91
Draslík (K ⁺)	10,6	0,271	0,271	15,79
Hořčík (Mg ²⁺)	7,7	0,633	0,317	36,87
Vápník (Ca ²⁺)	5,2	0,259	0,130	15,11
Mangan (Mn ²⁺)	< 0,01	-	-	-
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	36,20	1,717	1,272	100
Iontově rozpuštěné látky	133,02		2,884	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Dobrá voda programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Dobrá voda. Chyba rozboru dosahuje 2,79%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 9 je zřejmé, že v případě minerální vody Dobrá voda pouze iont chloru se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 9 Speciace roztoku minerální vody Dobrá voda

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	5.250e-06	5.012e-06	-5.280	-5.300	-0.020	0.00
OH-	6.169e-10	5.867e-10	-9.210	-9.232	-0.022	-5.00
H2O	5.551e+01	9.996e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C (4)	2.299e-02					
CO2	2.143e-02	2.144e-02	-1.669	-1.669	0.000	33.66
HCO3-	1.545e-03	1.471e-03	-2.811	-2.832	-0.021	23.16
(CO2) 2	4.911e-06	4.914e-06	-5.309	-5.309	0.000	67.32
MgHCO3+	4.451e-06	4.235e-06	-5.352	-5.373	-0.022	4.91
CaHCO3+	1.511e-06	1.440e-06	-5.821	-5.842	-0.021	8.94
NaHCO3	4.713e-07	4.715e-07	-6.327	-6.326	0.000	1.80
CO3-2	1.160e-08	9.544e-09	-7.935	-8.020	-0.085	-7.32
MgCO3	1.855e-09	1.856e-09	-8.732	-8.731	0.000	-17.07
CaCO3	1.373e-09	1.374e-09	-8.862	-8.862	0.000	-14.66
NaCO3-	4.390e-11	4.177e-11	-10.358	-10.379	-0.022	-3.02
Ca	1.298e-04					
Ca+2	1.281e-04	1.053e-04	-3.892	-3.977	-0.085	-18.40
CaHCO3+	1.511e-06	1.440e-06	-5.821	-5.842	-0.021	8.94
CaSO4	1.490e-07	1.491e-07	-6.827	-6.827	0.000	6.79
CaCO3	1.373e-09	1.374e-09	-8.862	-8.862	0.000	-14.66
CaHSO4+	4.280e-12	4.072e-12	-11.369	-11.390	-0.022	(0)
CaOH+	3.665e-12	3.487e-12	-11.436	-11.458	-0.022	(0)
Cl	2.144e-05					
Cl-	2.144e-05	2.040e-05	-4.669	-4.690	-0.022	17.38
F	3.474e-05					
F-	3.411e-05	3.245e-05	-4.467	-4.489	-0.022	-1.67
MgF+	4.341e-07	4.132e-07	-6.362	-6.384	-0.021	-10.61
HF	1.877e-07	1.878e-07	-6.726	-6.726	0.000	11.64
NaF	9.728e-09	9.733e-09	-8.012	-8.012	0.000	6.55
HF2-	2.124e-11	2.021e-11	-10.673	-10.694	-0.022	21.10
SiF6-2	1.065e-21	8.748e-22	-20.973	-21.058	-0.085	41.22
H (0)	4.160e-22					
H2	2.080e-22	2.081e-22	-21.682	-21.682	0.000	28.63
K	2.711e-04					
K+	2.711e-04	2.579e-04	-3.567	-3.589	-0.022	8.40
KSO4-	1.294e-08	1.232e-08	-7.888	-7.909	-0.021	33.54
Mg	3.168e-04					
Mg+2	3.115e-04	2.566e-04	-3.507	-3.591	-0.084	-21.20
MgHCO3+	4.451e-06	4.235e-06	-5.352	-5.373	-0.022	4.91
MgF+	4.341e-07	4.132e-07	-6.362	-6.384	-0.021	-10.61
MgSO4	3.586e-07	3.588e-07	-6.445	-6.445	0.000	5.12
MgCO3	1.855e-09	1.856e-09	-8.732	-8.731	0.000	-17.07
MgOH+	4.683e-11	4.463e-11	-10.329	-10.350	-0.021	(0)
N (-3)	5.544e-06					
NH4+	5.544e-06	5.269e-06	-5.256	-5.278	-0.022	17.30
NH4SO4-	6.391e-10	6.081e-10	-9.194	-9.216	-0.022	31.92
NH3	1.958e-10	1.959e-10	-9.708	-9.708	0.000	23.51
Na	5.481e-04					
Na+	5.476e-04	5.213e-04	-3.262	-3.283	-0.021	-2.47
NaHCO3	4.713e-07	4.715e-07	-6.327	-6.326	0.000	1.80
NaSO4-	2.224e-08	2.118e-08	-7.653	-7.674	-0.021	14.05
NaF	9.728e-09	9.733e-09	-8.012	-8.012	0.000	6.55
NaCO3-	4.390e-11	4.177e-11	-10.358	-10.379	-0.022	-3.02

NaOH	3.057e-23	3.058e-23	-22.515	-22.515	0.000	(0)
O(0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-54.114	-54.114	0.000	28.95
S(6)	1.145e-05					
SO4-2	1.091e-05	8.960e-06	-4.962	-5.048	-0.085	11.78
MgSO4	3.586e-07	3.588e-07	-6.445	-6.445	0.000	5.12
CaSO4	1.490e-07	1.491e-07	-6.827	-6.827	0.000	6.79
NaSO4-	2.224e-08	2.118e-08	-7.653	-7.674	-0.021	14.05
KSO4-	1.294e-08	1.232e-08	-7.888	-7.909	-0.021	33.54
HSO4-	3.379e-09	3.215e-09	-8.471	-8.493	-0.022	38.91
NH4SO4-	6.391e-10	6.081e-10	-9.194	-9.216	-0.022	31.92
CaHSO4+	4.280e-12	4.072e-12	-11.369	-11.390	-0.022	(0)
Si	1.831e-04					
H4SiO4	1.831e-04	1.832e-04	-3.737	-3.737	0.000	53.67
H3SiO4-	3.182e-09	3.027e-09	-8.497	-8.519	-0.022	27.40
H2SiO4-2	1.716e-17	1.411e-17	-16.766	-16.850	-0.085	(0)
SiF6-2	1.065e-21	8.748e-22	-20.973	-21.058	-0.085	41.22

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 10, je zřejmé jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Dobrou vodu tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví pouze křemen a bude mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 10 Minerální fáze minerální vody Dobrá voda, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)
Anhydrite	-4.90	-9.03	-4.12	CaSO4
Aragonite	-3.74	-12.00	-8.26	CaCO3
Calcite	-3.59	-12.00	-8.41	CaCO3
Chalcedony	-0.00	-3.74	-3.73	SiO2
Chrysotile	-20.60	13.55	34.16	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-0.40	-1.67	-1.27	CO2
Dolomite	-6.89	-23.61	-16.72	CaMg(CO3)2
Fluorite	-2.16	-12.96	-10.80	CaF2
Gypsum	-4.43	-9.03	-4.59	CaSO4:2H2O
H2(g)	-18.63	-21.68	-3.05	H2
H2O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H2O
Halite	-9.53	-7.97	1.56	NaCl
NH3(g)	-11.84	-9.71	2.13	NH3
O2(g)	-51.35	-54.11	-2.77	O2
Quartz	0.48	-3.74	-4.21	SiO2
Sepiolite	-13.37	2.81	16.18	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-15.85	2.81	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
SiO2(a)	-0.90	-3.74	-2.84	SiO2
Sylvite	-9.10	-8.28	0.82	KCl
Talc	-17.12	6.08	23.20	Mg3Si4O10(OH)2

Závěr pro přírodní minerální vodu Dobrá voda

- Přírodní minerální voda Dobrá voda je slabě mineralizovaná voda typu Mg, Na – HCO₃.
- Minerální voda vzniká v prostředí střídání pískovců a jílovců Třeboňské pánve s pravděpodobným vlivem podzemní vody z podložního krystalinika.
- Typickou vlastností Dobré vody je velmi nízká mineralizace a původně zvýšené obsahy železa, které je pro balenou vodu odstraňováno.
- Pouze ionty chloru se v roztoku vyskytují samostatně, ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Křemen má tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Dobrá voda

Krásný, J. (1977): Hydrogeologie jihočeských pánví.- Sborník HIG 14. Ústř. Úst. Geol. Praha.

Krásný, J. et al. (2012): Podzemní vody České republiky. Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. Český Geol. Úst. Praha.

Milický et al. (2012): Hydrogeologické hodnocení odběrů podzemní vody a přírodní minerální vody v lokalitě Byňov (pro vydání vodoprávního povolení k odběru). Progeo. Praha.

HANÁCKÁ KYSELKA

Studená, silně mineralizovaná kyselka typu Ca, Na – HCO₃ na vývěru se zvýšeným obsahem metanu

Geneze přírodní minerální vody Hanácká kyselka

Přírodní minerální voda, která je na trh uváděna pod obchodním názvem Hanácká kyselka, pochází z lokality Horní Moštěnice nedaleko od Přerova. Geneticky se tvoří v dolomitických vápencích karpatské předhlubně, které jsou překryté neogenními jíly o mocnosti 30 - 50 metrů a dále kvarténními náplavy. V podloží vápenců v hloubce okolo 70 metrů se nacházejí tektonicky porušené metamorfity, po jejichž puklinových systémech vystupuje k povrchu juvenilní kysličník uhličitý. Na vývěru jsou detekovány zvýšené obsahy metanu (až 48 obj. %), které se však v plněných lahvích neobjevují. Tato plynová složka, společně se podílem Na-Cl, dokládá určitý, byť omezený vliv živičných vod. Ten je poměrně hojných v celé karpatské předhlubni.

Nejstarší informace o chemickém složení Hanácké kyselky pocházejí z konce 19. století, konkrétně z roku 1893. Z jeho srovnání se současným chemickým složením vyplývá stabilita všech hlavních komponent.

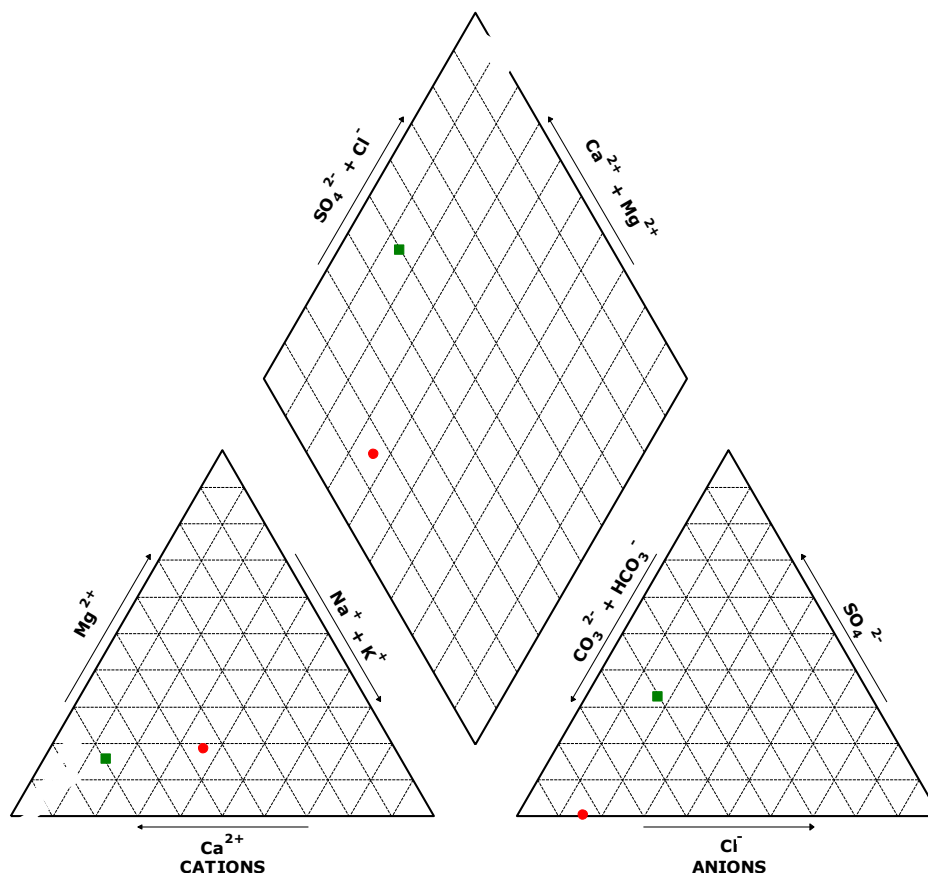
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Hanácká kyselka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 6) je porovnán genetický typ přírodní minerální vody Hanácká kyselka s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Hanácká kyselka představuje vodu po chemické stránce odlišnou. Tuto odlišnost představují zhruba stejnou měrou vzájemné poměry kationtů i aniontů. Zatímco u Hanácké kyselky převládají v podobném poměru zastoupení vápník a sodík, iont Ca je dominantní v pražské pitné vodě. V případě aniontů jsou u Hanácké kyselky zcela převládajícím iontem hydrogenuhličitan. Ty v pitné vodě v Praze sice představují rovněž významnou složku, dominance však není zdaleka tak zřetelná.

Obrázek 6 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Hanácká kyselka s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Hanácká kyselka
- vodovod Praha



Tabulka 11 Vybrané ukazatele v minerální vodě Hanácká kyselka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	259	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,38	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	1 549	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	2,7	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,27	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	243	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	15,3	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	67,3	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	271	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	174	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,76	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlčitany (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 619	DIN EN ISO 9963-1

Sírany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	2,9	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	36,4	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	174	4,908	4,908	15,56
Hydrogenuhličitan (HCO ₃ ⁻)	1 619	26,532	26,532	84,12
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO ₄ ²⁻)	2,9	0,060	0,030	0,19
Fluoridy (F ⁻)	0,76	0,040	0,040	0,13
Jodidy (I ⁻)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	1 796,66	31,540	31,510	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	2,7	0,150	0,150	0,50
Lithium (Li ⁺)	0,27	0,039	0,039	0,13
Sodík (Na ⁺)	243	10,570	10,570	34,99
Draslík (K ⁺)	15,3	0,391	0,391	1,29
Hořčík (Mg ²⁺)	67,3	5,535	2,768	18,32
Vápník (Ca ²⁺)	271	13,523	6,761	44,77
Mangan (Mn ²⁺)	< 0,01	-	-	-
Železo (Fe)	0,01	0,000	0,000	0,00
Kationty celkem	599,58	30,208	20,679	100
Iontově rozpuštěné látky	2 396,24		52,189	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Hanácká kyselka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Hanácká kyselka. Chyba rozboru dosahuje 2,25%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciace roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 12 je zřejmé, že v případě minerální vody Hanácká kyselka se žádný iont nevyskytuje samostatně. Všechny jsou v minerální vodě zastoupeny ve velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 12 Speciace roztoku minerální vody Hanácká kyselka

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	4.806e-07	4.169e-07	-6.318	-6.380	-0.062	0.00
OH-	8.464e-09	7.047e-09	-8.072	-8.152	-0.080	-4.84
H2O	5.551e+01	9.987e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	5.242e-02					
CO2	2.582e-02	2.605e-02	-1.588	-1.584	0.004	33.66
HCO3-	2.537e-02	2.147e-02	-1.596	-1.668	-0.072	23.39
CaHCO3+	7.284e-04	6.194e-04	-3.138	-3.208	-0.070	9.03
MgHCO3+	3.632e-04	3.038e-04	-3.440	-3.517	-0.078	5.01
NaHCO3	1.157e-04	1.167e-04	-3.937	-3.933	0.004	1.80
(CO2) 2	7.193e-06	7.257e-06	-5.143	-5.139	0.004	67.32
CaCO3	7.045e-06	7.107e-06	-5.152	-5.148	0.004	-14.66
CO3-2	3.262e-06	1.675e-06	-5.487	-5.776	-0.289	-6.77
MgCO3	1.587e-06	1.601e-06	-5.799	-5.796	0.004	-17.07
NaCO3-	1.479e-07	1.242e-07	-6.830	-6.906	-0.076	-2.74
FeHCO3+	1.015e-07	8.531e-08	-6.993	-7.069	-0.076	(0)
FeCO3	1.582e-09	1.596e-09	-8.801	-8.797	0.004	(0)
Ca	6.778e-03					
Ca+2	6.037e-03	3.105e-03	-2.219	-2.508	-0.289	-18.04
CaHCO3+	7.284e-04	6.194e-04	-3.138	-3.208	-0.070	9.03
CaCO3	7.045e-06	7.107e-06	-5.152	-5.148	0.004	-14.66
CaSO4	5.424e-06	5.472e-06	-5.266	-5.262	0.004	6.79
CaOH+	1.469e-09	1.234e-09	-8.833	-8.909	-0.076	(0)
CaHSO4+	1.480e-11	1.243e-11	-10.830	-10.905	-0.076	(0)
Cl	4.920e-03					
Cl-	4.920e-03	4.108e-03	-2.308	-2.386	-0.078	17.50
FeCl+	2.682e-10	2.253e-10	-9.572	-9.647	-0.076	(0)
FeCl+2	2.368e-18	1.201e-18	-17.626	-17.921	-0.295	(0)
FeCl2+	4.307e-20	3.634e-20	-19.366	-19.440	-0.074	(0)
FeCl3	1.480e-23	1.493e-23	-22.830	-22.826	0.004	(0)
F	4.010e-05					
F-	3.760e-05	3.130e-05	-4.425	-4.504	-0.080	-1.55
MgF+	2.332e-06	1.959e-06	-5.632	-5.708	-0.076	-10.52
NaF	1.578e-07	1.592e-07	-6.802	-6.798	0.004	6.55
HF	1.494e-08	1.507e-08	-7.826	-7.822	0.004	11.64
FeF+	1.480e-11	1.244e-11	-10.830	-10.905	-0.076	(0)
HF2-	1.863e-12	1.565e-12	-11.730	-11.805	-0.076	21.22
FeF+2	1.228e-15	6.223e-16	-14.911	-15.206	-0.295	(0)
FeF2+	7.618e-16	6.428e-16	-15.118	-15.192	-0.074	(0)
FeF3	2.996e-17	3.023e-17	-16.523	-16.520	0.004	(0)
SiF6-2	2.236e-25	1.134e-25	-24.650	-24.946	-0.295	41.72
Fe (2)	1.794e-07					
FeHCO3+	1.015e-07	8.531e-08	-6.993	-7.069	-0.076	(0)
Fe+2	7.596e-08	3.973e-08	-7.119	-7.401	-0.281	-22.93
FeCO3	1.582e-09	1.596e-09	-8.801	-8.797	0.004	(0)
FeCl+	2.682e-10	2.253e-10	-9.572	-9.647	-0.076	(0)
FeSO4	5.853e-11	5.905e-11	-10.233	-10.229	0.004	38.92
FeF+	1.480e-11	1.244e-11	-10.830	-10.905	-0.076	(0)
FeOH+	1.096e-11	9.246e-12	-10.960	-11.034	-0.074	(0)
FeHSO4+	1.893e-16	1.591e-16	-15.723	-15.798	-0.076	(0)
Fe (OH) 2	4.731e-17	4.773e-17	-16.325	-16.321	0.004	(0)

Fe (OH) 3-	4.311e-21	3.638e-21	-20.365	-20.439	-0.074	(0)
Fe (3)	5.690e-11					
Fe (OH) 2+	5.017e-11	4.247e-11	-10.300	-10.372	-0.072	(0)
Fe (OH) 3	6.527e-12	6.584e-12	-11.185	-11.181	0.004	(0)
FeOH+2	1.923e-13	9.746e-14	-12.716	-13.011	-0.295	(0)
Fe (OH) 4-	9.008e-15	7.625e-15	-14.045	-14.118	-0.072	(0)
FeF+2	1.228e-15	6.223e-16	-14.911	-15.206	-0.295	(0)
FeF2+	7.618e-16	6.428e-16	-15.118	-15.192	-0.074	(0)
Fe+3	5.749e-17	1.597e-17	-16.240	-16.797	-0.556	(0)
FeF3	2.996e-17	3.023e-17	-16.523	-16.520	0.004	(0)
FeCl+2	2.368e-18	1.201e-18	-17.626	-17.921	-0.295	(0)
FeSO4+	1.632e-18	1.377e-18	-17.787	-17.861	-0.074	(0)
FeCl2+	4.307e-20	3.634e-20	-19.366	-19.440	-0.074	(0)
Fe (SO4) 2-	3.761e-22	3.160e-22	-21.425	-21.500	-0.076	(0)
FeCl3	1.480e-23	1.493e-23	-22.830	-22.826	0.004	(0)
Fe2 (OH) 2+4	7.978e-24	4.910e-25	-23.098	-24.309	-1.211	(0)
FeHSO4+2	3.224e-24	1.606e-24	-23.492	-23.794	-0.303	(0)
Fe3 (OH) 4+5	1.459e-30	1.871e-32	-29.836	-31.728	-1.892	(0)
H (0)	2.854e-24					
H2	1.427e-24	1.440e-24	-23.846	-23.842	0.004	28.63
K	3.922e-04					
K+	3.922e-04	3.270e-04	-3.406	-3.485	-0.079	8.52
KSO4-	2.299e-08	1.946e-08	-7.638	-7.711	-0.072	33.67
Li	3.901e-05					
Li+	3.900e-05	3.317e-05	-4.409	-4.479	-0.070	-0.79
LiSO4-	1.914e-09	1.615e-09	-8.718	-8.792	-0.074	(0)
Mg	2.775e-03					
Mg+2	2.406e-03	1.261e-03	-2.619	-2.899	-0.280	-20.85
MgHCO3+	3.632e-04	3.038e-04	-3.440	-3.517	-0.078	5.01
MgF+	2.332e-06	1.959e-06	-5.632	-5.708	-0.076	-10.52
MgSO4	2.177e-06	2.196e-06	-5.662	-5.658	0.004	5.12
MgCO3	1.587e-06	1.601e-06	-5.799	-5.796	0.004	-17.07
MgOH+	3.087e-09	2.635e-09	-8.510	-8.579	-0.069	(0)
N (-3)	1.500e-04					
NH4+	1.500e-04	1.236e-04	-3.824	-3.908	-0.084	17.41
NH3	5.477e-08	5.526e-08	-7.261	-7.258	0.004	23.51
NH4SO4-	2.115e-08	1.777e-08	-7.675	-7.750	-0.076	32.20
Na	1.060e-02					
Na+	1.048e-02	8.836e-03	-1.980	-2.054	-0.074	-2.24
NaHCO3	1.157e-04	1.167e-04	-3.937	-3.933	0.004	1.80
NaSO4-	5.280e-07	4.470e-07	-6.277	-6.350	-0.072	15.31
NaF	1.578e-07	1.592e-07	-6.802	-6.798	0.004	6.55
NaCO3-	1.479e-07	1.242e-07	-6.830	-6.906	-0.076	-2.74
NaOH	6.172e-21	6.227e-21	-20.210	-20.206	0.004	(0)
O (0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-49.799	-49.795	0.004	28.95
S (6)	3.026e-05					
SO4-2	2.209e-05	1.116e-05	-4.656	-4.952	-0.297	12.28
CaSO4	5.424e-06	5.472e-06	-5.266	-5.262	0.004	6.79
MgSO4	2.177e-06	2.196e-06	-5.662	-5.658	0.004	5.12
NaSO4-	5.280e-07	4.470e-07	-6.277	-6.350	-0.072	15.31
KSO4-	2.299e-08	1.946e-08	-7.638	-7.711	-0.072	33.67
NH4SO4-	2.115e-08	1.777e-08	-7.675	-7.750	-0.076	32.20
LiSO4-	1.914e-09	1.615e-09	-8.718	-8.792	-0.074	(0)
HSO4-	3.964e-10	3.330e-10	-9.402	-9.478	-0.076	39.03

FeSO ₄	5.853e-11	5.905e-11	-10.233	-10.229	0.004	38.92
CaHSO ₄ ⁺	1.480e-11	1.243e-11	-10.830	-10.905	-0.076	(0)
FeHSO ₄ ⁺	1.893e-16	1.591e-16	-15.723	-15.798	-0.076	(0)
FeSO ₄ ⁺	1.632e-18	1.377e-18	-17.787	-17.861	-0.074	(0)
Fe(SO ₄) ₂ ⁻	3.761e-22	3.160e-22	-21.425	-21.500	-0.076	(0)
FeHSO ₄ ⁺ 2	3.224e-24	1.606e-24	-23.492	-23.794	-0.303	(0)
Si	6.073e-04					
H ₄ SiO ₄	6.071e-04	6.125e-04	-3.217	-3.213	0.004	53.67
H ₃ SiO ₄ ⁻	1.455e-07	1.217e-07	-6.837	-6.915	-0.078	27.52
H ₂ SiO ₄ ⁻²	1.328e-14	6.820e-15	-13.877	-14.166	-0.289	(0)
SiF ₆ ⁻²	2.236e-25	1.134e-25	-24.650	-24.946	-0.295	41.72

Z dalšího modelového výstup, prezentovaném v tabulce 13, je zřejmé jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Hanáckou kyselku tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit, goethit, hematit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 13 Minerální fáze minerální vody Hanácká kyselka, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-3.34	-7.46	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.03	-8.28	-8.26	CaCO ₃
Calcite	0.13	-8.28	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.52	-3.21	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-11.00	23.16	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.31	-1.58	-1.27	CO ₂
Dolomite	-0.24	-16.96	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	-2.55	2.34	4.89	Fe(OH) ₃
Fluorite	-0.72	-11.52	-10.80	CaF ₂
Goethite	2.78	2.34	-0.44	FeOOH
Gypsum	-2.87	-7.46	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.79	-23.84	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-6.00	-4.44	1.56	NaCl
Hematite	7.50	4.68	-2.81	Fe ₂ O ₃
Jarosite-K	-17.51	-25.50	-8.00	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Melanterite	-9.95	-12.36	-2.41	FeSO ₄ ·7H ₂ O
NH ₃ (g)	-9.39	-7.26	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-47.03	-49.80	-2.77	O ₂
Quartz	1.00	-3.21	-4.21	SiO ₂
Sepiolite	-6.09	10.08	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-8.58	10.08	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-2.38	-13.18	-10.79	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.37	-3.21	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-6.69	-5.87	0.82	KCl
Talc	-6.47	16.73	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Hanácká kyselka

- Přírodní minerální voda Hanácká kyselka je silně mineralizovaná kyselka typu Ca, Na – HCO₃ se zvýšeným obsahem metanu.
- Minerální voda vzniká v dolomitických vápencích karpatské předhlubně za působení volného CO₂. Zvýšený obsah NaCl a metanu jsou důkazem živičného původu jedné ze složek formující konečný chemismus minerální vody.
- Ze srovnání s nejstaršími informacemi o původním složení z roku 1893 vyplývá stabilita chemického složení.
- Žádný iont se v roztoku nevyskytuje samostatně, všechny mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit, goethit, hematit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Hanácká kyselka

- Čurda, J. (1996): Lázně Bochoř na Přerovsku.- Zpr. geol. Výzk. v Roce 1995, 38 – 39.
- Čurda, J. (2001): hydrogeologie území. In Muller, V. (ed.): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů 1:50 000. List 25-13 Přerov, 27-57.- Čes. Geol. úst. Praha.
- Květ, R., Kačura, G. (1978): Minerální vody jihomoravského kraje.- Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Řezníček, V., Krausová, V. (1978): Minerální uhličitě vody v Horních Moštěnicích.- geol. průzk. 8, 249 – 250.
- Štolba, F. (1893): Chemický rozbor kyselky ze zřídla poblíž Horní Moštěnice u Přerova.- Čas. Prům chem., 162-164. Praha.
- Zbruž, P. (2001): Minerální voda Hanácká kyselka.- Sbor. 11. nár. hydrogeol. Kong. Ostrava, 313 – 316.

IL SANO

Středně mineralizovaná studená železitá kyselka typu Ca-Mg - HCO₃

Geneze přírodní minerální vody Il Sano

Přírodní minerální voda plněná pod historickým obchodním názvem Il Sano je jímána na lokalitě Dolní Kramolín v údolí Kosího potoka. Geneticky se jedná o minerální vodu, která neodpovídá tradičnímu pojetí minerálních vod karlovarského typu, popsanému například u geneze Mlýnského pramene. Chemické složení se od Mlýnského pramene liší především omezenou hloubkou oběhu podzemní vody. V případě minerální vody Il Sano srážková voda sestupuje po puklinových systémech do krystalinika Slavkovského lesa, tvořeného pararulami, amfibolity s drobnými tělesy gabra, pegmatitu a porfyru. To je litologické prostředí, které společně s působením kysličníku uhličitého formuje výsledný chemismus minerální vody. Hloubka, ve které se minerální voda vytváří, však nebude větší než zhruba sto metrů pod terénem a doba zdržení, to je doba kontaktu s horninovým prostředím, bude poměrně krátká. Toto tvrzení dokládá mineralizace, která nedosahuje jednoho gramu na litr a nízká teplota. Minerální voda také postrádá charakteristické složky karlovarského typu minerálních vod, to je fosilní složku Na, Cl, SO₄.

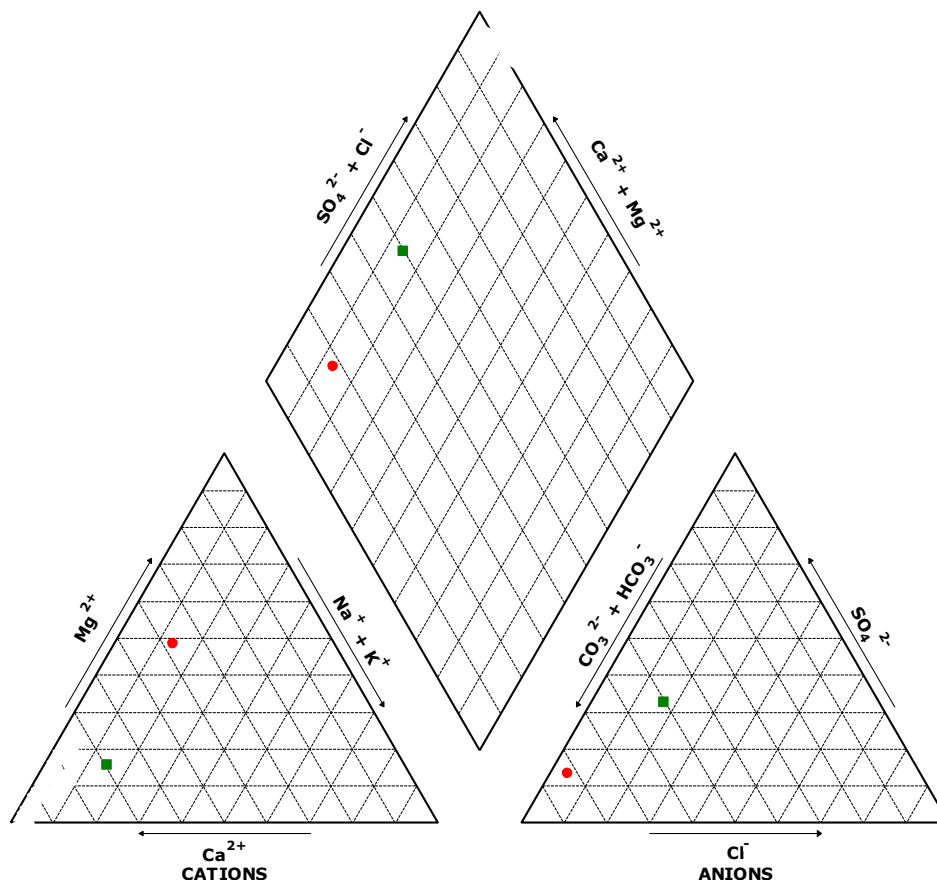
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Il Sano do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 7) je porovnán genetický typ přírodní minerální vody Il Sano s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Il Sano spadá do podobné kategorie přírodních minerálních vod jako Korunní a Mattoni. Z toho vyplývá, že se po chemické stránce liší od běžné pitné vody vzájemným poměrem kationtů, i aniontů. V případě kationtů má minerální voda Il Sano ve srovnání s pražskou pitnou vodou výrazně větší zastoupení kombinace vápníku a hořčíku, naopak méně iontů alkálii. Charakteristické jsou zvýšené obsahy železa. U aniontů je odlišnost minerální vody od běžné pitné způsobena vyšším zastoupením složky HCO₃.

Obrázek 7 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Il Sano s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Il Sano
- vodovod Praha



Tabulka 14 Vybrané ukazatele v minerální vodě Il Sano

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $mS.m^{-1}$)	85,6	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	5,90	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $mg.l^{-1}$)	633,5	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $mg.l^{-1}$)	< 0,01	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $mg.l^{-1}$)	0,21	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $mg.l^{-1}$)	26,1	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $mg.l^{-1}$)	4,1	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	53,7	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	0,94	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $mg.l^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	69,4	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	0,013	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $mg.l^{-1}$)	41,3	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $mg.l^{-1}$)	14,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $mg.l^{-1}$)	5,8	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $mg.l^{-1}$)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $mg.l^{-1}$)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $mg.l^{-1}$)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO_3^- ; $mg.l^{-1}$)	491	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO_4^{2-} ; $mg.l^{-1}$)	62,4	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)

Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	124	DIN EN ISO 11885
--	-----	------------------

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	14,2	0,401	0,401	3,99
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻)	491	8,047	8,047	80,05
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO ₄ ²⁻)	62,4	1,299	0,650	12,92
Fluoridy (F ⁻)	5,8	0,305	0,305	3,04
Jodidy (I ⁻)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	573,400	10,052	9,403	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	< 0,01	-	-	-
Lithium (Li ⁺)	0,21	0,030	0,030	0,28
Sodík (Na ⁺)	26,1	1,135	1,135	10,65
Draslík (K ⁺)	4,1	0,105	0,105	0,98
Hořčík (Mg ²⁺)	53,7	4,416	2,209	41,42
Vápník (Ca ²⁺)	69,4	3,463	1,732	32,48
Mangan (Mn ²⁺)	0,94	0,034	0,017	0,32
Železo (Fe)	41,3	1,479	0,739	13,87
Kationty celkem	195,75	10,662	5,967	100
Iontově rozpuštěné látky	769,15		15,370	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Il Sano programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Il Sano. Chyba rozboru dosahuje 3,1%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 15 je zřejmé, že v případě minerální vody Il Sano pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 15 Speciace roztoku minerální vody Il Sano

Species	Molality	Activity	Log	Log	Log	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity	Gamma	
H+	1.393e-06	1.259e-06	-5.856	-5.900	-0.044	0.00
OH-	2.634e-09	2.335e-09	-8.579	-8.632	-0.052	-4.93
H2O	5.551e+01	9.993e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C (4)	3.290e-02					
CO2	2.483e-02	2.491e-02	-1.605	-1.604	0.001	33.66
HCO3-	7.620e-03	6.805e-03	-2.118	-2.167	-0.049	23.26
FeHCO3+	2.384e-04	2.120e-04	-3.623	-3.674	-0.051	(0)
MgHCO3+	1.111e-04	9.865e-05	-3.954	-4.006	-0.051	4.96
CaHCO3+	7.221e-05	6.462e-05	-4.141	-4.190	-0.048	8.99
(CO2) 2	6.617e-06	6.638e-06	-5.179	-5.178	0.001	67.32
MnHCO3+	5.065e-06	4.516e-06	-5.295	-5.345	-0.050	(0)
NaHCO3	4.200e-06	4.214e-06	-5.377	-5.375	0.001	1.80
FeCO3	1.309e-06	1.314e-06	-5.883	-5.882	0.001	(0)
CO3-2	2.764e-07	1.758e-07	-6.558	-6.755	-0.197	-7.06
CaCO3	2.447e-07	2.455e-07	-6.611	-6.610	0.001	-14.66
MgCO3	1.716e-07	1.721e-07	-6.766	-6.764	0.001	-17.07
MnCO3	1.036e-07	1.040e-07	-6.985	-6.983	0.001	(0)
NaCO3-	1.671e-09	1.486e-09	-8.777	-8.828	-0.051	-2.90
Ca	1.733e-03					
Ca+2	1.608e-03	1.022e-03	-2.794	-2.991	-0.197	-18.21
CaHCO3+	7.221e-05	6.462e-05	-4.141	-4.190	-0.048	8.99
CaSO4	5.246e-05	5.263e-05	-4.280	-4.279	0.001	6.79
CaCO3	2.447e-07	2.455e-07	-6.611	-6.610	0.001	-14.66
CaHSO4+	4.061e-10	3.611e-10	-9.391	-9.442	-0.051	(0)
CaOH+	1.514e-10	1.346e-10	-9.820	-9.871	-0.051	(0)
Cl	4.009e-04					
Cl-	4.007e-04	3.556e-04	-3.397	-3.449	-0.052	17.44
FeCl+	1.720e-07	1.529e-07	-6.764	-6.816	-0.051	(0)
MnCl+	1.210e-08	1.079e-08	-7.917	-7.967	-0.050	-8.08
MnCl2	1.669e-12	1.674e-12	-11.778	-11.776	0.001	109.25
FeCl+2	1.289e-15	8.150e-16	-14.890	-15.089	-0.199	(0)
MnCl3-	1.839e-16	1.640e-16	-15.735	-15.785	-0.050	43.95
FeCl2+	2.395e-18	2.136e-18	-17.621	-17.670	-0.050	(0)
FeCl3	7.569e-23	7.594e-23	-22.121	-22.120	0.001	(0)
F	3.056e-04					
F-	2.859e-04	2.534e-04	-3.544	-3.596	-0.052	-1.61
MgF+	1.826e-05	1.625e-05	-4.739	-4.789	-0.051	-10.56
FeF+	8.880e-07	7.896e-07	-6.052	-6.103	-0.051	(0)
HF	3.673e-07	3.685e-07	-6.435	-6.434	0.001	11.64
NaF	1.464e-07	1.468e-07	-6.835	-6.833	0.001	6.55
MnF+	1.464e-08	1.306e-08	-7.834	-7.884	-0.050	(0)
FeF2+	3.705e-10	3.303e-10	-9.431	-9.481	-0.050	(0)
HF2-	3.483e-10	3.097e-10	-9.458	-9.509	-0.051	21.16
FeF3	1.253e-10	1.257e-10	-9.902	-9.901	0.001	(0)
FeF+2	6.250e-11	3.951e-11	-10.204	-10.403	-0.199	(0)
SiF6-2	1.417e-17	8.954e-18	-16.849	-17.048	-0.199	41.47
Fe (2)	7.401e-04					
Fe+2	4.858e-04	3.116e-04	-3.314	-3.506	-0.193	-23.09
FeHCO3+	2.384e-04	2.120e-04	-3.623	-3.674	-0.051	(0)

FeSO4	1.349e-05	1.353e-05	-4.870	-4.869	0.001	38.92
FeCO3	1.309e-06	1.314e-06	-5.883	-5.882	0.001	(0)
FeF+	8.880e-07	7.896e-07	-6.052	-6.103	-0.051	(0)
FeCl+	1.720e-07	1.529e-07	-6.764	-6.816	-0.051	(0)
FeOH+	2.695e-08	2.403e-08	-7.570	-7.619	-0.050	(0)
FeHSO4+	1.238e-10	1.101e-10	-9.907	-9.958	-0.051	(0)
Fe(OH)2	4.096e-14	4.109e-14	-13.388	-13.386	0.001	(0)
Fe(OH)3-	1.164e-18	1.038e-18	-17.934	-17.984	-0.050	(0)
Fe (3)	4.378e-08					
Fe(OH)2+	4.095e-08	3.657e-08	-7.388	-7.437	-0.049	(0)
Fe(OH)3	1.872e-09	1.878e-09	-8.728	-8.726	0.001	(0)
FeOH+2	4.006e-10	2.532e-10	-9.397	-9.596	-0.199	(0)
FeF2+	3.705e-10	3.303e-10	-9.431	-9.481	-0.050	(0)
FeF3	1.253e-10	1.257e-10	-9.902	-9.901	0.001	(0)
FeF+2	6.250e-11	3.951e-11	-10.204	-10.403	-0.199	(0)
Fe(OH)4-	8.071e-13	7.207e-13	-12.093	-12.142	-0.049	(0)
FeSO4+	3.539e-13	3.156e-13	-12.451	-12.501	-0.050	(0)
Fe+3	3.120e-13	1.252e-13	-12.506	-12.902	-0.396	(0)
Fe(SO4)2-	2.380e-15	2.116e-15	-14.623	-14.674	-0.051	(0)
FeCl+2	1.289e-15	8.150e-16	-14.890	-15.089	-0.199	(0)
Fe2(OH)2+4	2.172e-17	3.315e-18	-16.663	-17.479	-0.816	(0)
FeCl2+	2.395e-18	2.136e-18	-17.621	-17.670	-0.050	(0)
FeHSO4+2	1.778e-18	1.111e-18	-17.750	-17.954	-0.204	(0)
Fe3(OH)4+5	2.051e-21	1.088e-22	-20.688	-21.963	-1.276	(0)
FeCl3	7.569e-23	7.594e-23	-22.121	-22.120	0.001	(0)
H (0)	2.618e-23					
H2	1.309e-23	1.313e-23	-22.883	-22.882	0.001	28.63
K	1.049e-04					
K+	1.048e-04	9.291e-05	-3.980	-4.032	-0.052	8.46
KSO4-	1.809e-07	1.616e-07	-6.742	-6.792	-0.049	33.60
Li	3.029e-05					
Li+	3.025e-05	2.707e-05	-4.519	-4.568	-0.048	-0.85
LiSO4-	4.320e-08	3.852e-08	-7.365	-7.414	-0.050	(0)
Mg	2.211e-03					
Mg+2	2.016e-03	1.292e-03	-2.696	-2.889	-0.193	-21.01
MgHCO3+	1.111e-04	9.865e-05	-3.954	-4.006	-0.051	4.96
MgSO4	6.553e-05	6.574e-05	-4.184	-4.182	0.001	5.12
MgF+	1.826e-05	1.625e-05	-4.739	-4.789	-0.051	-10.56
MgCO3	1.716e-07	1.721e-07	-6.766	-6.764	0.001	-17.07
MgOH+	9.978e-10	8.944e-10	-9.001	-9.048	-0.047	(0)
Mn (2)	1.713e-05					
Mn+2	1.161e-05	7.447e-06	-4.935	-5.128	-0.193	-20.10
MnHCO3+	5.065e-06	4.516e-06	-5.295	-5.345	-0.050	(0)
MnSO4	3.184e-07	3.194e-07	-6.497	-6.496	0.001	30.96
MnCO3	1.036e-07	1.040e-07	-6.985	-6.983	0.001	(0)
MnF+	1.464e-08	1.306e-08	-7.834	-7.884	-0.050	(0)
MnCl+	1.210e-08	1.079e-08	-7.917	-7.967	-0.050	-8.08
MnOH+	4.702e-11	4.193e-11	-10.328	-10.377	-0.050	(0)
MnCl2	1.669e-12	1.674e-12	-11.778	-11.776	0.001	109.25
MnCl3-	1.839e-16	1.640e-16	-15.735	-15.785	-0.050	43.95
Mn(OH)3-	6.620e-23	5.903e-23	-22.179	-22.229	-0.050	(0)
Mn (3)	5.710e-28					
Mn+3	5.710e-28	2.292e-28	-27.243	-27.640	-0.396	(0)
Na	1.136e-03					
Na+	1.130e-03	1.007e-03	-2.947	-2.997	-0.050	-2.35

NaHCO3	4.200e-06	4.214e-06	-5.377	-5.375	0.001	1.80
NaSO4-	1.667e-06	1.489e-06	-5.778	-5.827	-0.049	14.66
NaF	1.464e-07	1.468e-07	-6.835	-6.833	0.001	6.55
NaCO3-	1.671e-09	1.486e-09	-8.777	-8.828	-0.051	-2.90
NaOH	2.344e-22	2.351e-22	-21.630	-21.629	0.001	(0)
O(0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-51.716	-51.715	0.001	28.95
S(6)	6.501e-04					
SO4-2	5.164e-04	3.260e-04	-3.287	-3.487	-0.200	12.03
MgSO4	6.553e-05	6.574e-05	-4.184	-4.182	0.001	5.12
CaSO4	5.246e-05	5.263e-05	-4.280	-4.279	0.001	6.79
FeSO4	1.349e-05	1.353e-05	-4.870	-4.869	0.001	38.92
NaSO4-	1.667e-06	1.489e-06	-5.778	-5.827	-0.049	14.66
MnSO4	3.184e-07	3.194e-07	-6.497	-6.496	0.001	30.96
KSO4-	1.809e-07	1.616e-07	-6.742	-6.792	-0.049	33.60
LiSO4-	4.320e-08	3.852e-08	-7.365	-7.414	-0.050	(0)
HSO4-	3.305e-08	2.939e-08	-7.481	-7.532	-0.051	38.97
CaHSO4+	4.061e-10	3.611e-10	-9.391	-9.442	-0.051	(0)
FeHSO4+	1.238e-10	1.101e-10	-9.907	-9.958	-0.051	(0)
FeSO4+	3.539e-13	3.156e-13	-12.451	-12.501	-0.050	(0)
Fe(SO4)2-	2.380e-15	2.116e-15	-14.623	-14.674	-0.051	(0)
FeHSO4+2	1.778e-18	1.111e-18	-17.750	-17.954	-0.204	(0)
Si	2.066e-03					
H4SiO4	2.065e-03	2.072e-03	-2.685	-2.684	0.001	53.67
H3SiO4-	1.535e-07	1.363e-07	-6.814	-6.865	-0.051	27.46
H2SiO4-2	3.979e-15	2.530e-15	-14.400	-14.597	-0.197	(0)
SiF6-2	1.417e-17	8.954e-18	-16.849	-17.048	-0.199	41.47

Z dalšího modelového výstup, prezentovaném v tabulce 16 je zřejmé jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Il Sano tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit, fluorit goethit, hematit, siderit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 16 Minerální fáze minerální vody Il Sano, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)
Anhydrite	-2.36	-6.48	-4.12	CaSO4
Aragonite	-1.49	-9.75	-8.26	CaCO3
Calcite	-1.34	-9.75	-8.41	CaCO3
Chalcedony	1.05	-2.68	-3.73	SiO2
Chrysotile	-12.79	21.37	34.16	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-0.33	-1.60	-1.27	CO2
Dolomite	-2.67	-19.39	-16.72	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	-0.09	4.80	4.89	Fe(OH)3
Fluorite	0.61	-10.18	-10.80	CaF2
Goethite	5.23	4.80	-0.44	FeOOH
Gypsum	-1.89	-6.48	-4.59	CaSO4·2H2O
H2(g)	-19.83	-22.88	-3.05	H2
H2O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H2O
Halite	-8.00	-6.45	1.56	NaCl
Hausmannite	-25.12	39.81	64.94	Mn3O4
Hematite	12.40	9.59	-2.81	Fe2O3

Jarosite-K	-6.32	-14.31	-8.00	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$
Manganite	-8.77	16.57	25.34	$MnOOH$
Melanterite	-4.59	-7.00	-2.41	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$
O ₂ (g)	-48.95	-51.71	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.53	6.67	15.20	$Mn(OH)_2$
Pyrolusite	-17.44	26.47	43.91	$MnO_2 \cdot H_2O$
Quartz	1.53	-2.68	-4.21	SiO_2
Rhodochrosite	-0.81	-11.88	-11.07	$MnCO_3$
Sepiolite	-6.40	9.77	16.18	$Mg_2Si_3O_7 \cdot 5OH \cdot 3H_2O$
Sepiolite (d)	-8.89	9.77	18.66	$Mg_2Si_3O_7 \cdot 5OH \cdot 3H_2O$
Siderite	0.53	-10.26	-10.79	$FeCO_3$
SiO ₂ (a)	0.16	-2.68	-2.84	SiO_2
Sylvite	-8.30	-7.48	0.82	KCl
Talc	-7.20	16.00	23.20	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$

Závěr pro přírodní minerální vodu Il Sano

- Přírodní minerální voda Il Sano je středně mineralizovaná studená železitá kyselka typu Ca-Mg – HCO₃.
- Minerální voda vzniká v relativně mělké zóně pararul, amfibolitů s drobnými tělesy gabra, pegmatitu a porfyru za působení juvenilního kysličníku uhlíkatého.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit, fluorit goethit, hematit, siderit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Il Sano

Kolářová, M., Myslík, V. (1978): Minerální vody Západočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.

MAGNESIA

Středně mineralizovaná studená kyselka typu Mg – HCO₃

Geneze přírodní minerální vody Magnesia

Přírodní minerální voda Magnesia patří mezi minerální vody tzv. mariánskolázeňské zřídelní oblasti. Z geologického hlediska je toto prostředí nesmírně pestré a právě pestrost zastoupených horninových typů je příčinou i velké variability chemismu místních vod. Většinu území mariánskolázeňské zřídelní tvoří metamorfované horniny – pararuly, amfibolity a kvarcity. V prostoru mezi Loukou a Mnichovem se však setkáváme ještě se specifickým horninovým typem, který jinde není příliš běžný – ultrabazickým hadcem. Výše uvedené horniny byly později proniknuty tělesem granitu a v období terciéru i bazalty. Právě bazalty na linii Mariánské Lázně – Lysina představují poslední pozůstatky po vulkanické třetihorní aktivitě, jehož projevem jsou i výrony kysličníku uhličitého.

Pro oběh podzemní vody má v této oblasti velký význam tektonika. Nejvýznamnější zlomové pásmo tvoří v délce více než 90 km viditelný mariánsko-lázeňský zlom a dále pokračování českého křemenného valu. Na tyto dva fenomény je vázána síť drobnější tříštivé tektoniky. Příčné pukliny, zlomy a zlomová pásma, umožňují jednak oběh podzemní vody, jednak její prosycení vystupujícím kysličníkem uhličitý. Kysličník uhličitý hraje při formování místních minerálních vod nesmírně důležitou, místy až stěžejní úlohu. Aktivně pomáhá procesu rozpouštění minerálních látek ve vodě a současně urychluje rozklad horninového prostředí. Všechny kyselky mariánskolázeňské oblasti mají zřejmě společný zdroj kysličníku uhličitého. Výstupové cesty tohoto plynu se však směrem k povrchu tříští a tak intenzita proplynění a plošná variabilita výskytů CO₂ na povrchu je značně nerovnoměrná.

Pukliny v horninách krystalinika totiž mají jen omezenou akumulární schopnost. Na experimentálním povodí Pluhův Bor, v těsném sousedství lokality Louka, který z valné části tvoří serpentinit, je však podzemní odtok jen na úrovni přibližně 0,5 l/s/km². Ve výjimečných případech však zaznamenáváme až vydatnosti vrtů okolo 4,5, l/s. Specifikou ultrabazik jsou sevřenější puklinové systémy a hadce mají tendence spíše k jílovitému zvětrávání. Tyto skutečnosti sice vedou k omezenějšímu oběhu podzemní vody, nicméně na druhé straně infiltrovaná srážková voda má možnost delšího kontaktu s horninovým prostředím. Tato skutečnost se v plné míře projevuje v prostoru Mnichov – Louka – Nová ves.

Jednoznačným zdrojem hořčíku v minerální vodě Magnesia jsou hadce a amfibolity, jejichž nejrozsáhlejší tělesa nacházíme v prostoru mezi Loukou – Novou Vsí a Mnichovem. Voda Magnesia přichází do plnírny ze třech center.

První tvoří soustava vrtů v okolí původní „historické“ plnírny v prostoru bývalého rybníka. Druhou skupinu představují vrty jižně od této „historické“ lokality v prostoru Kyselky. Konečně třetí oblastí jsou vrty (v údolí Pramenského potoka pod rezervací Pluhův bor). Všechny tyto vrty jsou charakteristické vysokými obsahy hořčíku a CO₂. Pásmo s výskytem minerálních vod typu Magnesia se táhne v údolí Pramenského potoka až do obce Prameny.

Vysvětlení původu hořčíku v oblasti Louka – Nová Ves – Mnichov

Prosté i minerální vody jsou v zásadě shodného magnesium - hydrogenkarbonátového typu, reakce slabě kyselé (minerální vody) až neutrální (prosté vody). Jednoznačně vyhraněný typ vody je určen horninovým prostředím - serpentinitem a amfibolitem. Jejich hydrolysou jsou vody obohacovány hořečnatými ionty. Zásadní roli při tom hraje kysličník uhličitý. V prostých vodách je jeho množství limitováno rozkladem organické hmoty v půdním pokryvu a vody obsahují odhadem desítky mg/l CO_2 . I toto množství však postačuje k uvolnění cca 20 mg/l hořčíku a činí z hořčíku kation nejzastoupenější, obsah rozpuštěného CO_2 ve vodě při tom klesá. V případě minerálních vod činí množství rozpuštěného oxidu uhličitého 0,5 - 4 g/l. Reakcí s hořečnatými silikáty se část CO_2 mění v hydrogenuhlíčitany a ty se pak stávají nejzastoupenějším aniontem. Při hydrolyse silikátů se uvolňuje kyselina křemičitá, která je dalším charakteristickým znakem těchto minerálních vod.

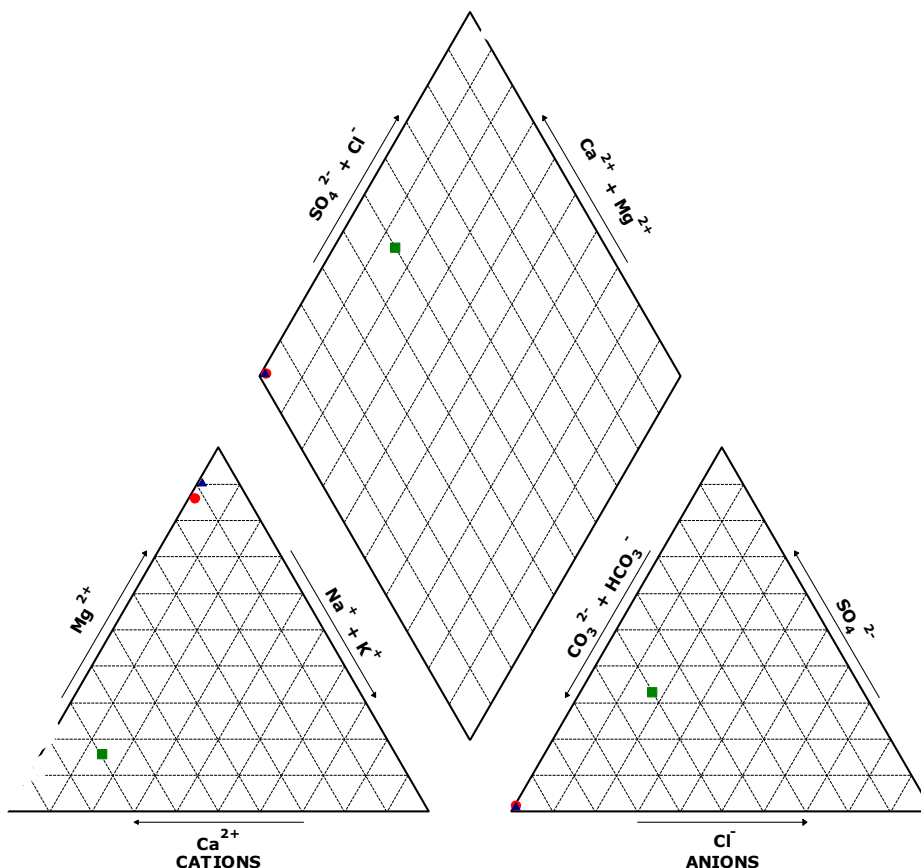
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Magnesia do kontextu běžných pitných vod

Mimořádnost chemického složení přírodní minerální vody Magnesia vynikne ve srovnání s pražskou pitnou vodou. Zatímco v obsahu aniontů se tato voda od Magnesia příliš neliší (v obou případech převládá složka HCO_3) zásadní rozdíl je v kationtech. U běžné pitné vody převládá složka Ca, ale u Magnesia je to hořčík. Rozdíl je nejen v procentuálním zastoupení jednotlivých složek, které formují celkové chemické složení vody, ale i v absolutním koncentracích. U běžné pitné vody máme v každém litru okolo 10 až 20 mg hořčíku, Magnesia má však více než desetinásobek. Přitom zcela zásadní skutečností je fakt, že tyto koncentrace jsou zachovány při poměrně nízké celkové mineralizaci nepřesahující 2 g/l.

Obrázek 8 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Magnesia a Magnesia Extra s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Magnesia
- vodovod Praha
- ▲ HV3_5



Tabulka 17 Vybrané ukazatele v minerální vodě Magnesia a Magnesia Extra

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	118	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,13	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	692	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,02	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,035	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	4,8	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	1,4	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	156	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	37,2	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	2,4	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)

Dusitany (NO_2^- ; mg.l^{-1})	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; mg.l^{-1})	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO_3^- ; mg.l^{-1})	886	DIN EN ISO 9963-1
Sírany (SO_4^{2-} ; mg.l^{-1})	10,7	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H_2SiO_3 ; mg.l^{-1})	91,2	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l^{-1}	mval.l^{-1}	mmol.l^{-1}	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl^-)	2,4	0,068	0,068	0,46
Hydrogenuhličitaný (HCO_3^-)	886	14,520	14,520	98,04
Dusitany (NO_2^-)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO_3^-)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO_4^{2-})	10,7	0,223	0,111	1,50
Fluoridy (F^-)	< 0,2	-	-	-
Jodidy (I^-)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	899,100	14,811	14,699	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH_4^+)	0,02	0,001	0,001	0,01
Lithium (Li^+)	0,035	0,005	0,005	0,03
Sodík (Na^+)	4,8	0,209	0,209	1,40
Draslík (K^+)	1,4	0,036	0,036	0,24
Hořčík (Mg^{2+})	156	12,829	6,417	85,89
Vápník (Ca^{2+})	37,2	1,856	0,928	12,43
Mangan (Mn^{2+})	< 0,01	-	-	-
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	199,455	14,936	7,596	100
Iontově rozpuštěné látky	1 098,555		22,295	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Magnesia programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Magnesia a dále směsného vzorku z vrtů HV3 a HV5.

V případě vzorku vody Magnesia chyba rozboru dosahuje 0,46%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 18 je zřejmé, že v případě minerální vody Magnesia pouze iont chloru se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 18 Speciace roztoku minerální vody Magnesia

Species	Molality	Activity	Log Molality	Log Activity	Log Gamma	mole V cm ³ /mol
H+	8.330e-07	7.413e-07	-6.079	-6.130	-0.051	0.00
OH-	4.572e-09	3.965e-09	-8.340	-8.402	-0.062	-4.90
H2O	5.551e+01	9.992e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C (4)	4.071e-02					
CO2	2.616e-02	2.629e-02	-1.582	-1.580	0.002	33.66
HCO3-	1.392e-02	1.219e-02	-1.856	-1.914	-0.057	23.30
MgHCO3+	5.482e-04	4.767e-04	-3.261	-3.322	-0.061	4.98
CaHCO3+	6.528e-05	5.735e-05	-4.185	-4.241	-0.056	9.00
(CO2) 2	7.356e-06	7.391e-06	-5.133	-5.131	0.002	67.32
MgCO3	1.406e-06	1.413e-06	-5.852	-5.850	0.002	-17.07
NaHCO3	1.353e-06	1.360e-06	-5.869	-5.867	0.002	1.80
CO3-2	9.081e-07	5.348e-07	-6.042	-6.272	-0.230	-6.96
CaCO3	3.682e-07	3.700e-07	-6.434	-6.432	0.002	-14.66
NaCO3-	9.347e-10	8.143e-10	-9.029	-9.089	-0.060	-2.85
Ca	9.292e-04					
Ca+2	8.598e-04	5.063e-04	-3.066	-3.296	-0.230	-18.15
CaHCO3+	6.528e-05	5.735e-05	-4.185	-4.241	-0.056	9.00
CaSO4	3.797e-06	3.816e-06	-5.421	-5.418	0.002	6.79
CaCO3	3.682e-07	3.700e-07	-6.434	-6.432	0.002	-14.66
CaOH+	1.300e-10	1.133e-10	-9.886	-9.946	-0.060	(0)
CaHSO4+	1.770e-11	1.542e-11	-10.752	-10.812	-0.060	(0)
Cl	6.778e-05					
Cl-	6.778e-05	5.886e-05	-4.169	-4.230	-0.061	17.46
H (0)	9.062e-24					
H2	4.531e-24	4.553e-24	-23.344	-23.342	0.002	28.63
K	3.585e-05					
K+	3.584e-05	3.110e-05	-4.446	-4.507	-0.062	8.48
KSO4-	9.035e-09	7.915e-09	-8.044	-8.102	-0.057	33.62
Li	5.050e-06					
Li+	5.049e-06	4.436e-06	-5.297	-5.353	-0.056	-0.83

LiSO4-	1.057e-09	9.239e-10	-8.976	-9.034	-0.058	(0)
Mg	6.424e-03					
Mg+2	5.849e-03	3.485e-03	-2.233	-2.458	-0.225	-20.95
MgHCO3+	5.482e-04	4.767e-04	-3.261	-3.322	-0.061	4.98
MgSO4	2.583e-05	2.595e-05	-4.588	-4.586	0.002	5.12
MgCO3	1.406e-06	1.413e-06	-5.852	-5.850	0.002	-17.07
MgOH+	4.652e-09	4.096e-09	-8.332	-8.388	-0.055	(0)
N (-3)	1.110e-06					
NH4+	1.109e-06	9.560e-07	-5.955	-6.020	-0.065	17.38
NH4SO4-	6.745e-10	5.876e-10	-9.171	-9.231	-0.060	32.09
NH3	2.391e-10	2.403e-10	-9.621	-9.619	0.002	23.51
Na	2.090e-04					
Na+	2.076e-04	1.814e-04	-3.683	-3.741	-0.059	-2.31
NaHCO3	1.353e-06	1.360e-06	-5.869	-5.867	0.002	1.80
NaSO4-	4.479e-08	3.924e-08	-7.349	-7.406	-0.057	14.88
NaCO3-	9.347e-10	8.143e-10	-9.029	-9.089	-0.060	-2.85
NaOH	7.156e-23	7.191e-23	-22.145	-22.143	0.002	(0)
O (0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-50.797	-50.795	0.002	28.95
S (6)	1.115e-04					
SO4-2	8.184e-05	4.771e-05	-4.087	-4.321	-0.234	12.11
MgSO4	2.583e-05	2.595e-05	-4.588	-4.586	0.002	5.12
CaSO4	3.797e-06	3.816e-06	-5.421	-5.418	0.002	6.79
NaSO4-	4.479e-08	3.924e-08	-7.349	-7.406	-0.057	14.88
KSO4-	9.035e-09	7.915e-09	-8.044	-8.102	-0.057	33.62
HSO4-	2.907e-09	2.533e-09	-8.537	-8.596	-0.060	38.99
LiSO4-	1.057e-09	9.239e-10	-8.976	-9.034	-0.058	(0)
NH4SO4-	6.745e-10	5.876e-10	-9.171	-9.231	-0.060	32.09
CaHSO4+	1.770e-11	1.542e-11	-10.752	-10.812	-0.060	(0)
Si	1.520e-03					
H4SiO4	1.519e-03	1.527e-03	-2.818	-2.816	0.002	53.67
H3SiO4-	1.962e-07	1.706e-07	-6.707	-6.768	-0.061	27.48
H2SiO4-2	9.129e-15	5.376e-15	-14.040	-14.270	-0.230	(0)

Z dalšího modelového výstup, prezentovaném v tabulce 19, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Magnesium tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 19 Minerální fáze minerální vody Magnesia, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)
Anhydrite	-3.50	-7.62	-4.12	CaSO4
Aragonite	-1.31	-9.57	-8.26	CaCO3
Calcite	-1.16	-9.57	-8.41	CaCO3
Chalcedony	0.92	-2.82	-3.73	SiO2
Chrysotile	-10.38	23.77	34.16	Mg3Si2O5(OH)4
CO2 (g)	-0.31	-1.58	-1.27	CO2
Dolomite	-1.57	-18.30	-16.72	CaMg(CO3)2
Gypsum	-3.03	-7.62	-4.59	CaSO4·2H2O
H2 (g)	-20.29	-23.34	-3.05	H2
H2O (g)	-1.91	-0.00	1.91	H2O

Halite	-9.53	-7.97	1.56	NaCl
NH ₃ (g)	-11.75	-9.62	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-48.03	-50.79	-2.77	O ₂
Quartz	1.40	-2.82	-4.21	SiO ₂
Sepiolite	-5.02	11.16	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite (d)	-7.50	11.16	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
SiO ₂ (a)	0.03	-2.82	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-9.56	-8.74	0.82	KCl
Talc	-5.06	18.14	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Magnesia

- Přírodní minerální voda Magnesia je silně mineralizovaná kyselka typu Mg – HCO₃.
- V rámci České republiky se jedná o unikátní vodu, vysoce obohacenou hořčíkem vázaným na hydrogenkarbonáty při vyšší mineralizaci.
- Minerální vody vzniká působením infiltrované podzemní vody na alumosilikátové systémy v hloubkách prvních stovek metrů pod povrchem.
- Jednoznačným zdrojem hořčíku v minerální vodě Magnesia jsou hadce a amfibolity, z nichž se Mg dostává do minerální vody za aktivního působení CO₂.
- Pouze ionty chloru nebo trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Ve vodě Magnesia se chalcedonit a křemen mají tendenci srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Magnesia

- Kolářová, M., Myslík, V. (1978): Minerální vody Západočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Pěček (1996): Hydrodynamické odzkoušení průzkumných hydrogeologických vrtů na lokalitě Číhaná. Závěrečná zpráva.- MS Aquatest SG. Praha
- René (1997): Vztah chemického složení minerálních vod a horninového podloží na lokalitě Prameny.- Zpr. geol. Výzk. v Roce 1996, 176-177.
- Trojan, Č. (1975): Zřídelní struktura Louka – Nová Ves .- MS stav. Geol. Praha.

MAGNESIA EXTRA

Silně mineralizovaná studená kyselka typu Mg – HCO₃

Geneze léčivé minerální vody Magnesia Extra

Léčivá minerální voda Magnesia Extra má identický genetický původ jako přírodní minerální voda Magnesia popsány v předchozí kapitole. Tato skutečnost je zřejmá i z grafické prezentace převládajících kationtů a aniontů obou minerálních vod ve srovnání s běžnou pitnou vodou v pražském vodovodu na obrázku 8. Zásadním rozdílem, který ji podle zákona 423/2001 Sb. řadí do kategorie léčivá minerální voda je výrazně vyšší obsahu hořčíku, který v případě vody Magnesia extra činí 312 mg/l (voda Magnesia obsahuje jen 156 mg/l hořčíku).

Léčivá minerální voda Magnesia Extra představuje směs vody ze dvou vrtů HV3 a HV5.

Tabulka 20 Vybrané ukazatele v minerální vodě Magnesia Extra - směsný vzorek vrtů HV3a HV5

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	112	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,27	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	1 272	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,010	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,064	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	5,3	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	2,0	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	312	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,19	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	50,2	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	4,6	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	2,9	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,033	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,62	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 726	DIN EN ISO 9963-1
Sírany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	14,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	82,3	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l⁻¹	mval.l⁻¹	mmol.l⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	2,9	0,082	0,082	0,29
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	1 726	28,286	28,286	98,62
Dusitany (NO ₂ ⁻)	0,033	0,001	0,001	0,00
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	0,62	0,010	0,010	0,04
Sírany (SO ₄ ²⁻)	14,5	0,302	0,151	1,05
Fluoridy (F ⁻)	< 0,2	-	-	-
Jodidy (I ⁻)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	1744,053	28,681	28,530	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,01	0,001	0,001	0,00
Lithium (Li ⁺)	0,064	0,009	0,009	0,03
Sodík (Na ⁺)	5,3	0,231	0,231	0,81
Draslík (K ⁺)	2,0	0,051	0,051	0,18
Hořčík (Mg ²⁺)	312	25,658	12,834	89,63
Vápník (Ca ²⁺)	50,2	2,505	1,252	8,75
Mangan (Mn ²⁺)	0,19	0,007	0,003	0,02
Železo (Fe)	4,6	0,165	0,082	0,58
Kationty celkem	374,364	28,627	14,463	100
Iontově rozpuštěné látky	2 118,417		42,993	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Magnesia Extra programem PHREEQC

Z tabulky 21 je zřejmé, že v případě směšného vzorku vrtů HV3 a HV5 pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 21 Speciace roztoku minerální vody směsného vzorku vrtů HV3 a HV5

Species	Molality	Activity	Log		Log	mole V
			Molality	Activity		
H+	5.784e-07	5.012e-07	-6.238	-6.300	-0.062	0.00
OH-	7.051e-09	5.862e-09	-8.152	-8.232	-0.080	-4.84
H2O	5.551e+01	9.987e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	6.065e-02					
CO2	3.230e-02	3.259e-02	-1.491	-1.487	0.004	33.66
HCO3-	2.643e-02	2.234e-02	-1.578	-1.651	-0.073	23.39
MgHCO3+	1.734e-03	1.449e-03	-2.761	-2.839	-0.078	5.01
CaHCO3+	1.389e-04	1.180e-04	-3.857	-3.928	-0.071	9.03
FeHCO3+	1.369e-05	1.148e-05	-4.864	-4.940	-0.076	(0)
(CO2) 2	1.126e-05	1.136e-05	-4.949	-4.945	0.004	67.32
MgCO3	6.292e-06	6.349e-06	-5.201	-5.197	0.004	-17.07
CO3-2	2.838e-06	1.450e-06	-5.547	-5.839	-0.292	-6.77
NaHCO3	2.619e-06	2.642e-06	-5.582	-5.578	0.004	1.80
MnHCO3+	1.859e-06	1.567e-06	-5.731	-5.805	-0.074	(0)
CaCO3	1.116e-06	1.126e-06	-5.952	-5.948	0.004	-14.66
FeCO3	1.771e-07	1.787e-07	-6.752	-6.748	0.004	(0)
MnCO3	8.979e-08	9.060e-08	-7.047	-7.043	0.004	(0)
NaCO3-	2.790e-09	2.341e-09	-8.554	-8.631	-0.076	-2.73
Ca	1.255e-03					
Ca+2	1.111e-03	5.683e-04	-2.954	-3.245	-0.291	-18.04
CaHCO3+	1.389e-04	1.180e-04	-3.857	-3.928	-0.071	9.03
CaSO4	4.523e-06	4.564e-06	-5.345	-5.341	0.004	6.79
CaCO3	1.116e-06	1.126e-06	-5.952	-5.948	0.004	-14.66
CaOH+	2.240e-10	1.880e-10	-9.650	-9.726	-0.076	(0)
CaHSO4+	1.486e-11	1.247e-11	-10.828	-10.904	-0.076	(0)
Cl	8.198e-05					
Cl-	8.198e-05	6.834e-05	-4.086	-4.165	-0.079	17.51
FeCl+	5.778e-10	4.848e-10	-9.238	-9.314	-0.076	(0)
MnCl+	2.599e-10	2.190e-10	-9.585	-9.660	-0.074	-8.04
FeCl+2	6.020e-14	3.035e-14	-13.220	-13.518	-0.297	(0)
MnCl2	6.476e-15	6.534e-15	-14.189	-14.185	0.004	109.25
FeCl2+	1.814e-17	1.529e-17	-16.741	-16.816	-0.074	(0)
MnCl3-	1.460e-19	1.230e-19	-18.836	-18.910	-0.074	44.07
FeCl3	1.035e-22	1.045e-22	-21.985	-21.981	0.004	(0)
Fe (2)	2.377e-05					
FeHCO3+	1.369e-05	1.148e-05	-4.864	-4.940	-0.076	(0)
Fe+2	9.873e-06	5.138e-06	-5.006	-5.289	-0.284	-22.92
FeCO3	1.771e-07	1.787e-07	-6.752	-6.748	0.004	(0)
FeSO4	3.449e-08	3.480e-08	-7.462	-7.458	0.004	38.92
FeOH+	1.181e-09	9.948e-10	-8.928	-9.002	-0.074	(0)
FeCl+	5.778e-10	4.848e-10	-9.238	-9.314	-0.076	(0)
FeHSO4+	1.344e-13	1.127e-13	-12.872	-12.948	-0.076	(0)
Fe (OH) 2	4.233e-15	4.271e-15	-14.373	-14.369	0.004	(0)
Fe (OH) 3-	3.213e-19	2.708e-19	-18.493	-18.567	-0.074	(0)
Fe (3)	5.878e-05					
Fe (OH) 2+	5.282e-05	4.465e-05	-4.277	-4.350	-0.073	(0)
Fe (OH) 3	5.707e-06	5.759e-06	-5.244	-5.240	0.004	(0)
FeOH+2	2.443e-07	1.232e-07	-6.612	-6.909	-0.297	(0)
Fe (OH) 4-	6.561e-09	5.547e-09	-8.183	-8.256	-0.073	(0)

Fe+3	8.811e-11	2.426e-11	-10.055	-10.615	-0.560	(0)
Fe2(OH)2+4	1.303e-11	7.845e-13	-10.885	-12.105	-1.220	(0)
FeSO4+	1.132e-11	9.535e-12	-10.946	-11.021	-0.074	(0)
Fe3(OH)4+5	2.536e-12	3.143e-14	-11.596	-13.503	-1.907	(0)
FeCl+2	6.020e-14	3.035e-14	-13.220	-13.518	-0.297	(0)
Fe(SO4)2-	1.189e-14	9.971e-15	-13.925	-14.001	-0.076	(0)
FeHSO4+2	2.699e-17	1.337e-17	-16.569	-16.874	-0.305	(0)
FeCl2+	1.814e-17	1.529e-17	-16.741	-16.816	-0.074	(0)
FeCl3	1.035e-22	1.045e-22	-21.985	-21.981	0.004	(0)
H(0)	2.988e-32					
H2	1.494e-32	1.508e-32	-31.826	-31.822	0.004	28.63
K	5.126e-05					
K+	5.125e-05	4.266e-05	-4.290	-4.370	-0.080	8.52
KSO4-	1.368e-08	1.157e-08	-7.864	-7.937	-0.073	33.67
Li	9.244e-06					
Li+	9.242e-06	7.849e-06	-5.034	-5.105	-0.071	-0.79
LiSO4-	2.067e-09	1.742e-09	-8.685	-8.759	-0.074	(0)
Mg	1.286e-02					
Mg+2	1.108e-02	5.778e-03	-1.956	-2.238	-0.283	-20.84
MgHCO3+	1.734e-03	1.449e-03	-2.761	-2.839	-0.078	5.01
MgSO4	4.544e-05	4.585e-05	-4.343	-4.339	0.004	5.12
MgCO3	6.292e-06	6.349e-06	-5.201	-5.197	0.004	-17.07
MgOH+	1.178e-08	1.004e-08	-7.929	-7.998	-0.069	(0)
Mn(2)	3.466e-06					
MnHCO3+	1.859e-06	1.567e-06	-5.731	-5.805	-0.074	(0)
Mn+2	1.512e-06	7.867e-07	-5.821	-6.104	-0.284	-19.40
MnCO3	8.979e-08	9.060e-08	-7.047	-7.043	0.004	(0)
MnSO4	5.215e-09	5.262e-09	-8.283	-8.279	0.004	30.96
MnCl+	2.599e-10	2.190e-10	-9.585	-9.660	-0.074	-8.04
MnOH+	1.320e-11	1.112e-11	-10.880	-10.954	-0.074	(0)
MnCl2	6.476e-15	6.534e-15	-14.189	-14.185	0.004	109.25
Mn(NO3)2	2.210e-16	2.230e-16	-15.656	-15.652	0.004	46.00
MnCl3-	1.460e-19	1.230e-19	-18.836	-18.910	-0.074	44.07
Mn(OH)3-	1.171e-22	9.866e-23	-21.931	-22.006	-0.074	(0)
Mn(3)	1.033e-24					
Mn+3	1.033e-24	2.844e-25	-23.986	-24.546	-0.560	(0)
N(-3)	5.556e-07					
NH4+	5.551e-07	4.567e-07	-6.256	-6.340	-0.085	17.41
NH4SO4-	3.566e-10	2.991e-10	-9.448	-9.524	-0.076	32.21
NH3	1.683e-10	1.698e-10	-9.774	-9.770	0.004	23.51
N(3)	7.189e-07					
NO2-	7.189e-07	5.947e-07	-6.143	-6.226	-0.082	24.03
N(5)	1.002e-05					
NO3-	1.002e-05	8.289e-06	-4.999	-5.081	-0.082	27.80
Mn(NO3)2	2.210e-16	2.230e-16	-15.656	-15.652	0.004	46.00
Na	2.310e-04					
Na+	2.284e-04	1.923e-04	-3.641	-3.716	-0.075	-2.24
NaHCO3	2.619e-06	2.642e-06	-5.582	-5.578	0.004	1.80
NaSO4-	5.244e-08	4.433e-08	-7.280	-7.353	-0.073	15.33
NaCO3-	2.790e-09	2.341e-09	-8.554	-8.631	-0.076	-2.73
NaOH	1.117e-22	1.127e-22	-21.952	-21.948	0.004	(0)
O(0)	2.898e-34					
O2	1.449e-34	1.462e-34	-33.839	-33.835	0.004	28.95
S(6)	1.513e-04					
SO4-2	1.012e-04	5.084e-05	-3.995	-4.294	-0.299	12.28

MgSO4	4.544e-05	4.585e-05	-4.343	-4.339	0.004	5.12
CaSO4	4.523e-06	4.564e-06	-5.345	-5.341	0.004	6.79
NaSO4-	5.244e-08	4.433e-08	-7.280	-7.353	-0.073	15.33
FeSO4	3.449e-08	3.480e-08	-7.462	-7.458	0.004	38.92
KSO4-	1.368e-08	1.157e-08	-7.864	-7.937	-0.073	33.67
MnSO4	5.215e-09	5.262e-09	-8.283	-8.279	0.004	30.96
HSO4-	2.175e-09	1.825e-09	-8.663	-8.739	-0.076	39.03
LiSO4-	2.067e-09	1.742e-09	-8.685	-8.759	-0.074	(0)
NH4SO4-	3.566e-10	2.991e-10	-9.448	-9.524	-0.076	32.21
CaHSO4+	1.486e-11	1.247e-11	-10.828	-10.904	-0.076	(0)
FeSO4+	1.132e-11	9.535e-12	-10.946	-11.021	-0.074	(0)
FeHSO4+	1.344e-13	1.127e-13	-12.872	-12.948	-0.076	(0)
Fe(SO4)2-	1.189e-14	9.971e-15	-13.925	-14.001	-0.076	(0)
FeHSO4+2	2.699e-17	1.337e-17	-16.569	-16.874	-0.305	(0)
Si	1.373e-03					
H4SiO4	1.372e-03	1.385e-03	-2.862	-2.859	0.004	53.67
H3SiO4-	2.740e-07	2.288e-07	-6.562	-6.640	-0.078	27.52
H2SiO4-2	2.089e-14	1.067e-14	-13.680	-13.972	-0.292	(0)

Z dalšího modelového výstup, prezentovaném v tabulce 22, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro směsný vzorek vrtů HV3 a HV5 tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví goethit, hematit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 22 Minerální fáze směšného vzorku vrtů HV3 a HV5, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)
Anhydrite	-3.42	-7.54	-4.12	CaSO4
Aragonite	-0.83	-9.08	-8.26	CaCO3
Calcite	-0.67	-9.08	-8.41	CaCO3
Chalcedony	0.88	-2.86	-3.73	SiO2
Chrysotile	-8.79	25.37	34.16	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-0.22	-1.49	-1.27	CO2
Dolomite	-0.44	-17.16	-16.72	CaMg(CO3)2
Goethite	8.72	8.28	-0.44	FeOOH
Gypsum	-2.95	-7.54	-4.59	CaSO4:2H2O
H2(g)	-28.77	-31.82	-3.05	H2
H2O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H2O
Halite	-9.44	-7.88	1.56	NaCl
Hausmannite	-16.71	48.23	64.94	Mn3O4
Hematite	19.38	16.57	-2.81	Fe2O3
Jarosite-K	0.99	-7.01	-8.00	KFe3(SO4)2(OH)6
Manganite	-4.48	20.86	25.34	MnOOH
Melanterite	-7.18	-9.59	-2.41	FeSO4:7H2O
NH3(g)	-11.90	-9.77	2.13	NH3
O2(g)	-31.07	-33.84	-2.77	O2
Pyrochroite	-8.71	6.49	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	-8.67	35.23	43.91	MnO2:H2O
Quartz	1.36	-2.86	-4.21	SiO2
Rhodochrosite	-0.87	-11.94	-11.07	MnCO3
Sepiolite	-4.03	12.15	16.18	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-6.51	12.15	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Siderite	-0.33	-11.13	-10.79	FeCO3

SiO ₂ (a)	-0.02	-2.86	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-9.36	-8.54	0.82	KCl
Talc	-3.55	19.65	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Magnesia Extra

- Léčivá minerální voda Magnesia Extra je silně mineralizovaná kyselka typu Mg – HCO₃.
- V rámci České republiky se jedná o unikátní vodu, vysoce obohacenou hořčíkem vázaným na hydrogenkarbonáty při vyšší mineralizaci.
- Léčivá minerální vody vzniká působením infiltrované podzemní vody na alumosilikátové systémy v hloubkách prvních stovek metrů pod povrchem.
- Jednoznačným zdrojem hořčíku v minerální vodě Magnesia Extra jsou hadce a amfibolity, z nichž se Mg dostává do minerální vody za aktivního působení CO₂.
- Pouze ionty chloru nebo trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Ve vodě Magnesia Extra se mají tendenci srážet goethit, hematit a křemen.

MATTONI

Studená, středně mineralizovaná kyselka typu Na-HCO₃, případně NaCa(Mg)-HCO₃

Geneze přírodní minerální vody Mattoni

Pod komerčním názvem Mattoni je na trh distribuována přírodní minerální voda, která pochází z geneticky totožného zdroje, avšak dvou poněkud se odlišujících horninových typů. Původní přírodní prameny byly situovány na pravém břehu Ohře. V nich vyvěrala studená kyselka, pocházející z puklinových systémů v karlovarské žule z hloubek okolo 200 metrů pod terénem. Minerální voda z tohoto zdroje měla alkalický charakter typu Na-HCO₃, při celkové mineralizaci mezi 1,2 až 2 g/l.

Původní mělké jímání pramenních vývěrů bylo postupně nahrazováno hlubšími odběry šachtami a vrty. Tento způsob odběrů byl mimo jiné hlavním důvodem zmíněného zániku původních přelivů na povrch ve formě pramenů. Od šedesátých let dvacátého století byl hlavním zdrojem původní minerální vody 81 metrů hluboký vrt.

Pro zajištění stability vydatnosti však byl později realizován systém dalších hlubokých vrtů, z nichž některé zastihly původní typ kyselky, jiné však poněkud odlišný chemický typ alkalicko-zemité kyselky NaCa(Mg)-HCO₃. Tyto vrty jsou totiž situovány nikoliv v žulovém masívu, ale v neovulkanitech Doupovských hor, které na žulu nasedají.

Současná přírodní minerální voda Mattoni představuje směs původní alkalické a nové alkalicko-zemité kyselky.

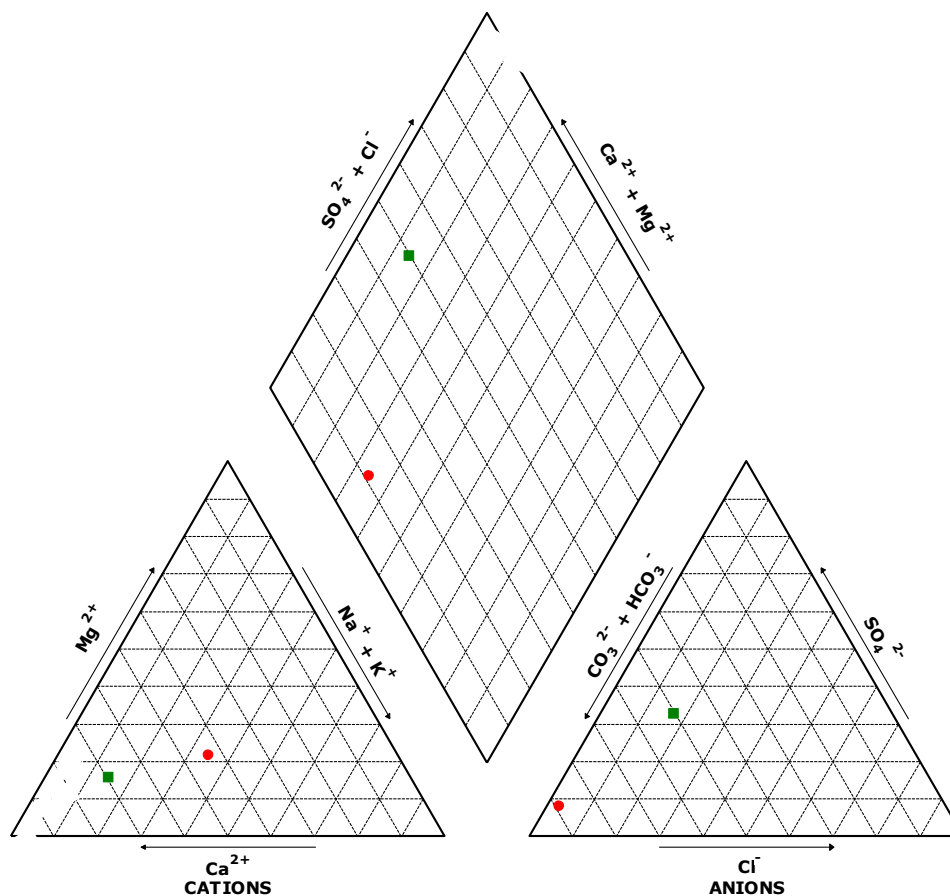
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Mattoni do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 9) je porovnán genetický typ minerální vody Mattoni s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Mattoni představuje vodu lišící se po chemické stránce běžné pitné vody po všech stránkách. Odlišnost představuje jak vzájemný poměr kationtů, tak i aniontů. V případě kationtů má minerální voda Mattoni výrazně větší zastoupení alkalických kovů než běžná pitná voda, naopak výrazně méně vápenatých iontů. Hořčík je v obou typech vod zastoupen zhruba stejnou měrou. U aniontů je odlišnost minerální vody od běžné pitné ještě výraznější a u minerální vody Mattoni jej způsobuje dominantní aniont HCO₃.

Obrázek 9 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Mattoni s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Mattoni
- vodovod Praha



Tabulka 23 Vybrané ukazatele v minerální vodě Mattoni

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	85,8	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,52	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	499	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,12	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	67,9	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	14,9	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	25,2	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	84,7	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,011	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	10,4	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,96	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	530	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	37,4	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)

Kyselina křemičitá (H_2SiO_3 ; mg.l^{-1})	70,9	DIN EN ISO 11885
--	------	------------------

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l^{-1}	mval.l^{-1}	mmol.l^{-1}	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl^-)	10,4	0,293	0,293	2,99
Hydrogenuhlíčitany (HCO_3^-)	530	8,686	8,686	88,55
Dusitany (NO_2^-)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO_3^-)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO_4^{2-})	37,4	0,779	0,389	7,94
Fluoridy (F^-)	0,96	0,051	0,051	0,52
Jodidy (I^-)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	578,760	9,809	9,419	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH_4^+)	< 0,01	-	-	-
Lithium (Li^+)	0,12	0,017	0,017	0,18
Sodík (Na^+)	67,9	2,953	2,953	30,60
Draslík (K^+)	14,9	0,381	0,381	3,95
Hořčík (Mg^{2+})	25,2	2,072	1,037	21,47
Vápník (Ca^{2+})	84,7	4,227	2,113	43,80
Mangan (Mn^{2+})	< 0,01	-	-	-
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	192,82	9,650	6,501	100
Iontově rozpuštěné látky	771,58		15,920	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Mattoni programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Mattoni. Chyba rozboru dosahuje 0,83%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 24 je zřejmé, že v případě minerální vody Mattoni se pouze iont chloru vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 24 Speciace roztoku minerální vody Mattoni

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	3.328e-07	3.020e-07	-6.478	-6.520	-0.042	0.00
OH-	1.092e-08	9.737e-09	-7.962	-8.012	-0.050	-4.93
H2O	5.551e+01	9.996e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C(4)	1.538e-02					
HCO3-	8.513e-03	7.644e-03	-2.070	-2.117	-0.047	23.25
CO2	6.692e-03	6.712e-03	-2.174	-2.173	0.001	33.66
CaHCO3+	1.010e-04	9.090e-05	-3.995	-4.041	-0.046	8.99
MgHCO3+	6.001e-05	5.362e-05	-4.222	-4.271	-0.049	4.96
NaHCO3	1.235e-05	1.238e-05	-4.908	-4.907	0.001	1.80
CaCO3	1.435e-06	1.440e-06	-5.843	-5.842	0.001	-14.66
CO3-2	1.266e-06	8.231e-07	-5.897	-6.085	-0.187	-7.08
(CO2) 2	4.803e-07	4.817e-07	-6.318	-6.317	0.001	67.32
MgCO3	3.889e-07	3.900e-07	-6.410	-6.409	0.001	-17.07
NaCO3-	2.036e-08	1.821e-08	-7.691	-7.740	-0.048	-2.92
Ca	2.115e-03					
Ca+2	1.970e-03	1.280e-03	-2.705	-2.893	-0.187	-18.22
CaHCO3+	1.010e-04	9.090e-05	-3.995	-4.041	-0.046	8.99
CaSO4	4.216e-05	4.228e-05	-4.375	-4.374	0.001	6.79
CaCO3	1.435e-06	1.440e-06	-5.843	-5.842	0.001	-14.66
CaOH+	7.861e-10	7.031e-10	-9.104	-9.153	-0.048	(0)
CaHSO4+	7.782e-11	6.959e-11	-10.109	-10.157	-0.048	(0)
Cl	2.936e-04					
Cl-	2.936e-04	2.621e-04	-3.532	-3.582	-0.049	17.44
F	5.057e-05					
F-	4.898e-05	4.368e-05	-4.310	-4.360	-0.050	-1.62
MgF+	1.514e-06	1.355e-06	-5.820	-5.868	-0.048	-10.56
NaF	6.604e-08	6.623e-08	-7.180	-7.179	0.001	6.55
HF	1.519e-08	1.524e-08	-7.818	-7.817	0.001	11.64
HF2-	2.469e-12	2.208e-12	-11.608	-11.656	-0.048	21.15
SiF6-2	6.868e-25	4.440e-25	-24.163	-24.353	-0.189	41.44
H(0)	1.507e-24					
H2	7.534e-25	7.556e-25	-24.123	-24.122	0.001	28.63
K	3.814e-04					
K+	3.810e-04	3.399e-04	-3.419	-3.469	-0.049	8.46
KSO4-	4.223e-07	3.792e-07	-6.374	-6.421	-0.047	33.60
Li	1.731e-05					
Li+	1.729e-05	1.556e-05	-4.762	-4.808	-0.046	-0.86
LiSO4-	1.584e-08	1.420e-08	-7.800	-7.848	-0.047	(0)
Mg	1.037e-03					
Mg+2	9.551e-04	6.252e-04	-3.020	-3.204	-0.184	-21.03
MgHCO3+	6.001e-05	5.362e-05	-4.222	-4.271	-0.049	4.96
MgSO4	2.035e-05	2.041e-05	-4.691	-4.690	0.001	5.12
MgF+	1.514e-06	1.355e-06	-5.820	-5.868	-0.048	-10.56
MgCO3	3.889e-07	3.900e-07	-6.410	-6.409	0.001	-17.07
MgOH+	2.003e-09	1.805e-09	-8.698	-8.744	-0.045	(0)
Na	2.956e-03					
Na+	2.941e-03	2.635e-03	-2.532	-2.579	-0.048	-2.36
NaHCO3	1.235e-05	1.238e-05	-4.908	-4.907	0.001	1.80
NaSO4-	2.783e-06	2.499e-06	-5.556	-5.602	-0.047	14.60
NaF	6.604e-08	6.623e-08	-7.180	-7.179	0.001	6.55

NaCO ₃ -	2.036e-08	1.821e-08	-7.691	-7.740	-0.048	-2.92
NaOH	2.558e-21	2.565e-21	-20.592	-20.591	0.001	(0)
O(0)	0.000e+00					
O ₂	0.000e+00	0.000e+00	-49.236	-49.234	0.001	28.95
S(6)	3.897e-04					
SO ₄ -2	3.239e-04	2.091e-04	-3.490	-3.680	-0.190	12.00
CaSO ₄	4.216e-05	4.228e-05	-4.375	-4.374	0.001	6.79
MgSO ₄	2.035e-05	2.041e-05	-4.691	-4.690	0.001	5.12
NaSO ₄ -	2.783e-06	2.499e-06	-5.556	-5.602	-0.047	14.60
KSO ₄ -	4.223e-07	3.792e-07	-6.374	-6.421	-0.047	33.60
LiSO ₄ -	1.584e-08	1.420e-08	-7.800	-7.848	-0.047	(0)
HSO ₄ -	5.057e-09	4.523e-09	-8.296	-8.345	-0.048	38.96
CaHSO ₄ +	7.782e-11	6.959e-11	-10.109	-10.157	-0.048	(0)
Si	1.181e-03					
H ₄ SiO ₄	1.181e-03	1.184e-03	-2.928	-2.927	0.001	53.67
H ₃ SiO ₄ -	3.634e-07	3.247e-07	-6.440	-6.488	-0.049	27.45
H ₂ SiO ₄ -2	3.866e-14	2.512e-14	-13.413	-13.600	-0.187	(0)
SiF ₆ -2	6.868e-25	4.440e-25	-24.163	-24.353	-0.189	41.44

Z dalšího modelového výstup, prezentovaném v tabulce 25, je zřejmé jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Mattoni tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 25 Minerální fáze minerální vody Mattoni, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)
Anhydrite	-2.45	-6.57	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.72	-8.98	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-0.57	-8.98	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.81	-2.93	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-10.50	23.65	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.90	-2.17	-1.27	CO ₂
Dolomite	-1.54	-18.27	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fluorite	-0.82	-11.61	-10.80	CaF ₂
Gypsum	-1.98	-6.57	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-21.07	-24.12	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-7.72	-6.16	1.56	NaCl
O ₂ (g)	-46.47	-49.23	-2.77	O ₂
Quartz	1.29	-2.93	-4.21	SiO ₂
Sepiolite	-5.28	10.89	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-7.77	10.89	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
SiO ₂ (a)	-0.08	-2.93	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-7.87	-7.05	0.82	KCl
Talc	-5.40	17.80	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Mattoni

- Přírodní minerální voda Mattoni je středně mineralizovaná kyselka typu NaCa(Mg)-HCO₃.
- Minerální voda Mattoni představuje směs alkalické kyselky pocházející z hloubky cca 200 m v žule a alkalicko-zemité kyselky vznikající v neovulkanitech.
- Pouze ionty chloru se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Mattoni

- Kolářová, M., Myslík, V. (1978): Minerální vody Západočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Záporožec, A. (1966): Závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu minerálních vod zřídelní struktury Kyselka u Karlových Varů.- MS geofond. Praha.

MLÝNSKÝ PRAMEN

Na vývěru horká, velmi silně mineralizovaná kyselka typu Na – HCO₃ – SO₄ - Cl.

Geneze léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen

Mlýnský pramen je typickým představitelem minerálních vod tzv. karlovarského typu a proto původ jeho chemického složení je ojediněle komplikovaný. Původní koncept Suesse (1903) se nechal inspirovat informacemi z dnešních aktivních sopečných oblastí a předpokládal, že karlovarská minerální voda je ryze juvenilním produktem. Z magmatu se uvolňují páry, které při výstupu vzhůru se ochlazují a kondenzují. Pokud by tomu tak bylo, pak by karlovarské minerální vody neměly infiltrační povodí a vydatnost by nereagovala na srážkovou činnost.

Později se objevil názor, že Suesova koncepce juvenilní vody bude složitější a výsledný chemismus bude ovlivňován i infiltrovanou vodou z povrchu. Podle této představy by se jednalo o produkt vzájemné dlouhodobé interakce infiltrované vody a granitu v podmínkách zvýšené teploty a tlaku odpovídající hloubce cca 2 000 metrů. Na tvorbě chemismu minerální vody se současně podílel juvenilní CO₂, a voda by byla obohacena juvenilní složkou. I tato teorie však byla od šedesátých let dvacátého století zpochybňována například Šterevelem (1969).

Zcela odlišnou představu původu mineralizace přinesl Dvořák (1990 a 1998), a jeho názory později rozpracoval Krásný (2001). V současné době je všeobecně přijímána teorie, podle které karlovarská minerální voda představuje směs dvou geneticky odlišných druhů podzemních vod.

Základní složku karlovarských minerálních vod tvoří obsahy sodíku, chloridů a síranů, pocházející ze starých solanek, vysoce mineralizovaných roztoků ze dna podkrušnohorských terciérních pánvi. V období horkého aridního klimatu vznikala v chebské a sokolovské pánvi rozsáhlá bezodtoká jezera, na jejichž dně se vytvářely vody s vysokým stupněm mineralizace, které se postupně zasakovaly do podzemí a svou vyšší specifickou hmotností vytlačovaly vody sladké. Podobné procesy probíhají i v současné době na řadě míst s pouštním klimatem. Důkazy o existenci takových vod v hlubokých partiích krystalinika v širším okolí obou zmíněných pánvi přinesl vrtný průzkum (například vrty HV-18c a HV-14 v podloží Chebské pánve Klír, Pazdera 1976 Pačes et al. 1981 nebo vývěry v dole Vítkov 2 u Tachova).

Jako nepřímý důkaz existence takových vod může posloužit fakt, že se složkou obsahující kombinaci iontů Na, Cl, SO₄ se v hlubokých partiích krystalinika setkáváme bez ohledu na litologii, a to nejen v granitu, ale i v různých typech metamorfitů, od kyselých granulitů, přes ortoruly a pararuly až po zcela bazické serpentinity. Litologický charakter okolního horninového prostředí se tedy v tomto případě na chemismu nepodílel, protože okolní hornina je z geologického pohledu pouze „hostitelským“ prostředím, vysoce mineralizovaná voda sem doputovala z povrchu již v tomto chemickém složení.

Druhou složku karlovarských minerálních vody představují hydrogenkarbonáty a další komponenty, které pocházejí z relativně rychlého oběhu infiltrovaných srážkových vod. Tato voda prochází puklinovým prostředím granitu, mísí se se solankami, ohřívá se v hloubce cca 2 000 metrů a zde se i sytí juvenilním CO₂.

Z hlediska dlouhodobé stability všech komponent Mlýnského pramene má tato přijatá teorie vzniku významný praktický dopad. Sodík, chloridy a sírany pochází z již neobnovovaného zdroje, který je postupně vyluhován a jeho příspěvek k celkovému chemismu slábne. Tento trend je urychlován exploatací a je doložen postupným poklesem těchto složek ve františkolázeňských minerálních vodách. V případě Mlýnského pramene však tato skutečnost dosud nebyla prokázána. Všechny ostatní složky chemismu Mlýnského pramene jsou z dlouhodobého pohledu obnovitelné, protože jejich původ je odvozován z kontinuální interakce srážkové vody a granitu.

Mlýnský pramen jako přírodní minerální voda léčivá se používá pro léčbu jaterních chorob, zejména stavy po infekční žloutence, nemoci žlučníku, žaludeční střevní, chronické zácpy, chronické nemoci pankreasu a rovněž nemoci látkové výměny, cukrovky a dny.

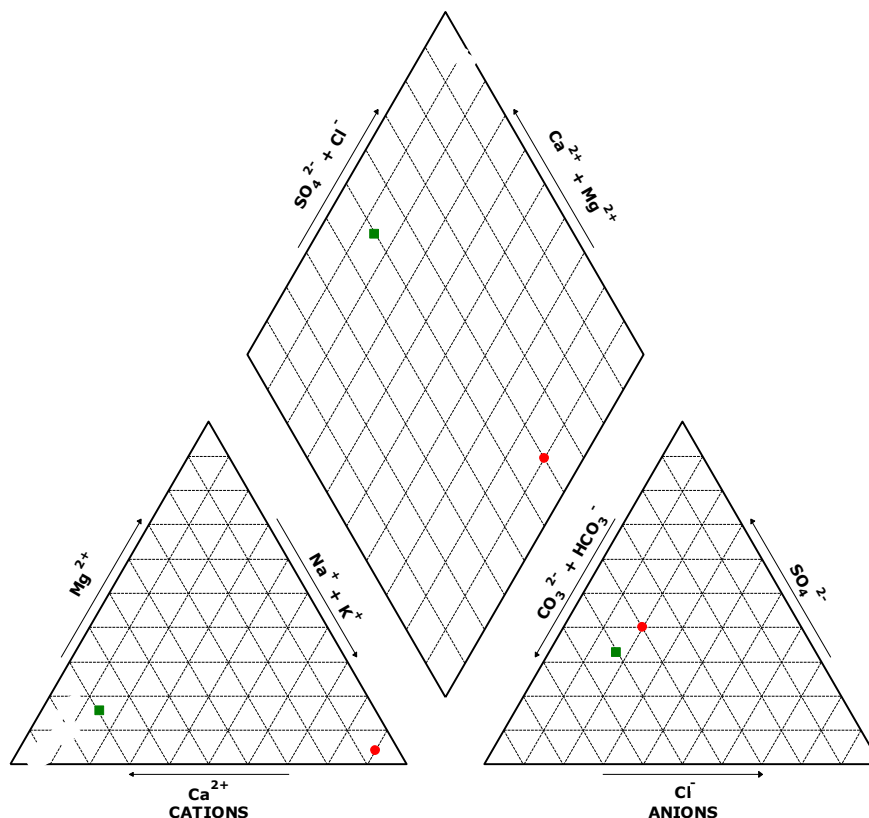
Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Mlýnského pramene do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 10) je porovnán genetický typ léčivé minerální vody Mlýnský pramen s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Mlýnský pramen představuje vodu po chemické stránce diametrálně odlišnou. Tuto odlišnost způsobují jednoznačně kationty zastoupené alkalickými kovy, které jsou dominantní složkou Mlýnského pramene. V případě aniontů je odlišnost minerální vody od běžné pitné již méně výrazná. Vzájemný podíl hlavních aniontů je v obou srovnávaných případech velmi blízký.

Obrázek 10 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Mlýnský pramen
- vodovod Praha



Tabulka 26 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$)	708	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,94	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	5 177	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,45	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	3,10	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	1 650	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	95,0	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	40,3	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	93,5	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,016	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	1,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	584	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	6,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,022	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO_3^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	2 020	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO_4^{2-} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	1 590	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H_2SiO_3 ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	84,2	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	584	16,474	16,474	19,85
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	2 020	33,104	33,104	39,88
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sířany (SO ₄ ²⁻)	1 590	33,104	16,552	39,88
Fluoridy (F ⁻)	6,2	0,326	0,326	0,39
Jodidy (I ⁻)	0,022	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	4 200,222	83,008	66,456	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,45	0,025	0,025	0,03
Lithium (Li ⁺)	3,1	0,447	0,447	0,54
Sodík (Na ⁺)	1 650	71,770	71,770	86,80
Draslík (K ⁺)	95,0	2,430	2,430	2,94
Hořčík (Mg ²⁺)	40,3	3,314	1,658	4,01
Vápník (Ca ²⁺)	93,5	4,666	2,333	5,64
Mangan (Mn ²⁺)	0,01	0,000	0,000	0,00
Železo (Fe)	1,0	0,036	0,018	0,04
Kationty celkem	1 883,36	82,688	78,681	100
Ionově rozpuštěné látky	6 083,582		145,137	

Speciace roztoku programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení vody Mlýnského pramene. Chyba rozboru dosahuje 2,7%, což je akceptovatelná hodnota pod 5%. Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 27 je zřejmé, že některé ionty se vyskytují pouze samostatně. V případě Mlýnského pramene se jedná především o chlór, železo, draslík, sodík a lithium. Naopak další ionty tvoří iontové páry, byť ve zcela podřízeném množství vůči samostatným iontům. Jedná se o uhlík (vyskytující se ve formě HCO₃, CO₂, CaCO₃ a MgCO₃), vápník (vyskytující se ve formě CaCO₃), hořčík (vyskytující se ve formě MgCO₃ a MgOH) a síra vyskytující se ve formě H₂SO₄.

Z tabulky 28 také vyplývají aktivní koeficienty jednotlivých iontů.

Tabulka 27 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Mlýnského pramene

Species	MacInnes		Log		Log
	Molality	Activity	Molality	Activity	Gamma
OH-	1.097e-006	8.137e-007	-5.960	-6.090	-0.130
H+	1.552e-007	1.148e-007	-6.809	-6.940	-0.131
H2O	5.551e+001	9.977e-001	1.744	-0.001	0.000
C (4)	3.310e-002				
HCO3-	2.855e-002	2.110e-002	-1.544	-1.676	-0.131
CO2	4.473e-003	4.559e-003	-2.349	-2.341	0.008
CO3-2	4.050e-005	1.272e-005	-4.393	-4.895	-0.503
CaCO3	2.807e-005	2.807e-005	-4.552	-4.552	0.000
MgCO3	7.799e-006	7.799e-006	-5.108	-5.108	0.000
Ca	2.333e-003				
Ca+2	2.305e-003	6.279e-004	-2.637	-3.202	-0.565
CaCO3	2.807e-005	2.807e-005	-4.552	-4.552	0.000
Cl	1.647e-002				
Cl-	1.647e-002	1.249e-002	-1.783	-1.904	-0.120
Fe	1.800e-005				
Fe+2	1.800e-005	4.536e-006	-4.745	-5.343	-0.599
K	2.430e-003				
K+	2.430e-003	1.828e-003	-2.614	-2.738	-0.124
Li	4.470e-004				
Li+	4.470e-004	3.396e-004	-3.350	-3.469	-0.119
Mg	1.658e-003				
Mg+2	1.650e-003	4.426e-004	-2.782	-3.354	-0.571
MgCO3	7.799e-006	7.799e-006	-5.108	-5.108	0.000
MgOH+	1.050e-007	7.873e-008	-6.979	-7.104	-0.125
Na	7.177e-002				
Na+	7.177e-002	5.470e-002	-1.144	-1.262	-0.118
S (6)	1.655e-002				
SO4-2	1.655e-002	4.982e-003	-1.781	-2.303	-0.521
HSO4-	1.871e-007	1.421e-007	-6.728	-6.847	-0.119

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 28, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Mlýnský pramen tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycené jeví aragonit, kalcit a dolomit a budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 28 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Mlýnský pramen, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI	log IAP	log KT	
Anhydrite	-0.57	-5.50	-4.93	CaSO4
Aragonite	0.40	-8.10	-8.50	CaCO3
Arcanite	-6.46	-7.78	-1.32	K2SO4
Bischofite	-11.53	-7.17	4.36	MgCl2:6H2O
Bloedite	-8.14	-10.49	-2.35	Na2Mg (SO4) 2:4H2O
Brucite	-5.01	-15.53	-10.53	Mg (OH) 2
Burkeite	-16.30	-17.07	-0.77	Na6CO3 (SO4) 2

Calcite	0.57	-8.10	-8.66	CaCO ₃
Carnallite	-16.14	-11.81	4.33	KMgCl ₃ :6H ₂ O
CO ₂ (g)	-0.57	-2.34	-1.77	CO ₂
Dolomite	1.42	-16.35	-17.77	CaMg (CO ₃) ₂
Epsomite	-4.14	-5.66	-1.52	MgSO ₄ :7H ₂ O
Gaylussite	-6.10	-15.52	-9.42	CaNa ₂ (CO ₃) ₂ :5H ₂ O
Glaserite	-10.28	-14.08	-3.80	NaK ₃ (SO ₄) ₂
Glauberite	-5.09	-10.33	-5.25	Na ₂ Ca (SO ₄) ₂
Gypsum	-0.85	-5.51	-4.66	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ O (g)	-0.75	-0.00	0.75	H ₂ O
Halite	-4.76	-3.17	1.59	NaCl
Hexahydrate	-4.43	-5.66	-1.24	MgSO ₄ :6H ₂ O
Kainite	-10.11	-10.30	-0.19	KMgClSO ₄ :3H ₂ O
Kalicinite	-4.52	-14.57	-10.06	KHCO ₃
Kieserite	-5.53	-5.66	-0.12	MgSO ₄ :H ₂ O
Labile_S	-9.49	-15.16	-5.67	Na ₄ Ca (SO ₄) ₃ :2H ₂ O
Leonhardite	-4.77	-5.66	-0.89	MgSO ₄ :4H ₂ O
Leonite	-9.46	-13.44	-3.98	K ₂ Mg (SO ₄) ₂ :4H ₂ O
Magnesite	-0.31	-8.25	-7.94	MgCO ₃
Mirabilite	-4.67	-4.84	-0.16	Na ₂ SO ₄ :10H ₂ O
Misenite	-68.86	-79.66	-10.81	K ₈ H ₆ (SO ₄) ₇
Nahcolite	-2.36	-13.10	-10.74	NaHCO ₃
Natron	-6.60	-7.43	-0.82	Na ₂ CO ₃ :10H ₂ O
Nesquehonite	-3.09	-8.25	-5.17	MgCO ₃ :3H ₂ O
Pentahydrate	-4.38	-5.66	-1.28	MgSO ₄ :5H ₂ O
Pirssonite	-6.28	-15.52	-9.23	Na ₂ Ca (CO ₃) ₂ :2H ₂ O
Polyhalite	-10.70	-24.45	-13.74	K ₂ MgCa ₂ (SO ₄) ₄ :2H ₂ O
Portlandite	-10.19	-15.38	-5.19	Ca (OH) ₂
Schoenite	-9.11	-13.44	-4.33	K ₂ Mg (SO ₄) ₂ :6H ₂ O
Sylvite	-5.85	-4.64	1.21	KCl
Syngenite	-5.84	-13.28	-7.45	K ₂ Ca (SO ₄) ₂ :H ₂ O
Trona	-9.13	-20.52	-11.38	Na ₃ H (CO ₃) ₂ :2H ₂ O

Závěr pro léčivý minerální zdroj Mlýnský pramen

- Léčivý minerální zdroj Mlýnský pramen je velmi silně mineralizovaná kyselka typu Na – HCO₃ – SO₄ – Cl.
- Mlýnský pramen představuje minerální vodu s velmi složitou genezí.
- Výsledný chemismus představuje směs fosilní mineralizace a nově se infiltrující srážkové vody, která formuje své chemické složení v interakci se žulou.
- Sodík, chloridy a sírany jsou složky, jejich obsahy teoreticky mohou začít klesat v horizontu desítek let a to podle modelu, prokazaném na františkolázeňských minerálních vodách. Tento pokles však nebude do té míry významný, aby ovlivnil vzájemné poměry hlavních iontů. Ostatní majoritní složky mají geneticky perspektivu výraznější stability.
- Chlór, železo, draslík, sodík a lithium se v roztoku vyskytují samostatně, zatímco uhlík, vápník, hořčík a síra mají tendence vytvářet iontové páry.
- Aragonit, kalcit a dolomit mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro léčivý minerální zdroj Mlýnský pramen

- Dvořák, J. (1990): Původ minerálních vod karlovarského typu v západních Čechách. Fysiatr. Věst. 68 (4): 237-244. Praha.
- Dvořák, J. (1998): Hydrogeology and the genesis of mineral waters of the Carlsbad type in western Bohemia: In R. Annau, S. Bender and S. Wohlich (eds). Hardrock Hydrogeology of the Bohemian Massif. Pro. 3rd intern workshop Windischeschenbach 1998. Munchener geol. Heffe B8: 63-69 Munchen.
- Klír, Pazdera (1976): Nový výskyt termální vody v Chebské pánvi.- Geol. Průzk. 18. 10,313.
- Kolářová, M., Myslík, V. (1978): Minerální vody Západočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Krásný, J. (2001): Carlsbad mineral water origin in context of Post-Variscan development in Central Europe. – In: Seiler K.-P. and Wohlich S. (eds.): New approaches characterising groundwater flow. Proc. 31 IAH Congress, Sept. 10-14, 2001, 989-993. Munich. Balkema Rotterdam.
- Pačes, T., Šmejkal, V., Pazdera, A., Kobrová, M., Barnet, I. (1981): Ojedinělý typ solanky v podloží chebské pánve.- Geol. Průzk. 23,7. 196-198.
- Suess (1903): Über heisse Quellen.- Versammlung Deutsch. Naturforscher u. Ärzte zu Karsbad 1092. Leipzig.
- Šterev, K.D. (1969): On the origin, resources and protection of fossil sodium-glauber waters of the West-Bohemian type Proc. II. Intern. Balneotech. Symp. 76-92 Piešťany.

ONDRÁŠOVKA

Středně mineralizovaná studená kyselka typu Ca – HCO₃

Geneze přírodní minerální vody Ondrášovka

Přírodní minerální voda Ondrášovka, je součástí geneticky totožné oblasti výskytu CO₂ prosycených minerálních vod v údolí Bystřice jižně od Moravského Krumlova v obci Sedm dvorů. Původní pramenní přelivy v obci Ondrášov byly nahrazeny systémem vrtů. Starý, 142 metrů hluboký vrt, Elitis, narazil prokysličenou minerální vodu v hloubkovém intervalu 3,5 – 38 metrů pod terénem. Pro jeho nevyhovující technický stav byl zlikvidován. V současné době bylo jímání Ondrášovky přesunuto k JV směrem k obci Sedm Dvorů a probíhá vrty o hloubce 151 m. Hlavní přítoky minerální vody pocházejí z intervalu 75 – 80 m. Litologicky tento zvodněný kulmský horizont představuje střídání jemnozrnných drob s vložkami drobových břidlic. Při zvýšených odběrech se objevuje zápach po sirovodíku a v potrubí se objevuje železitý okr. Z tohoto důvodu je železo technologicky odstraňováno a to tak aby nedošlo k změně ostatních komponent chemického složení minerální vody.

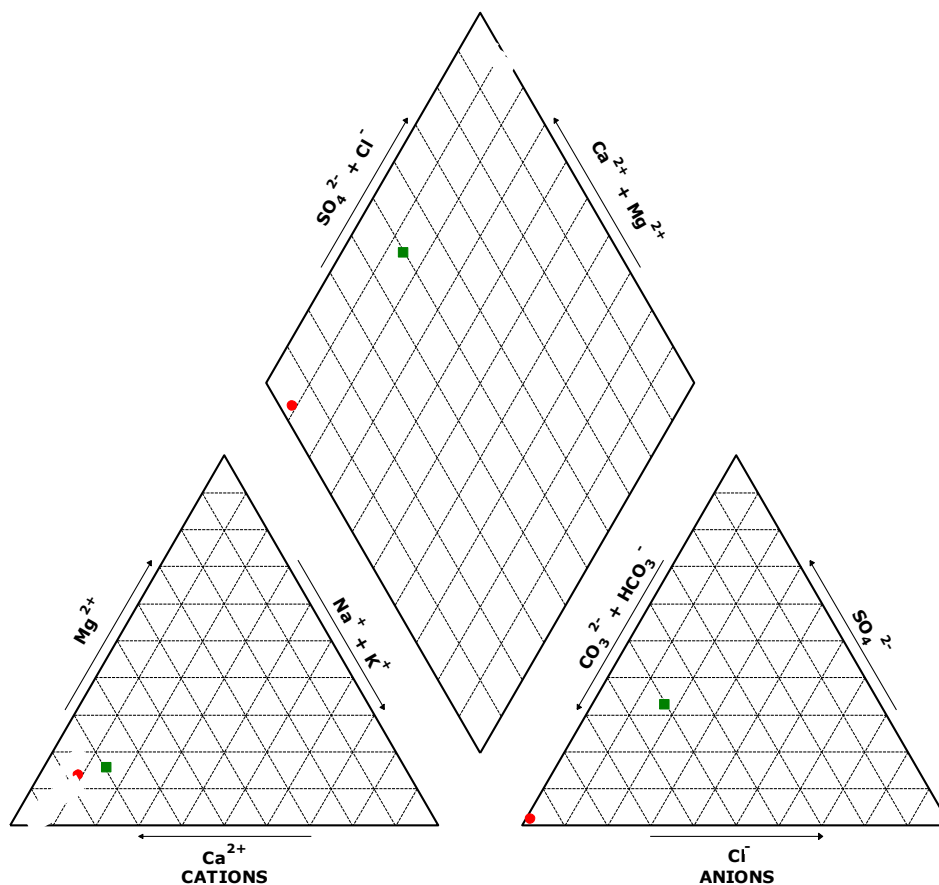
Ondrášovka byla až do druhé světové války považována za vodu léčivou a aktivně se využívala v místních lázních pro léčbu krevních, srdečních a žaludečních nemocí, katarů dýchacích cest a problémů se žlučníkem a ledvinami. Díky vysokému obsahu vápníku a velmi nízkému obsahu sodíku ji lze uplatnit jako doplňkový zdroj vápníku. Je proto vhodná pro těhotné ženy a kojící matky, či jako prevence osteoporóze.

Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Ondrášovka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 11) je porovnán genetický typ minerální vody Ondrášovka s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Ondrášovka se odlišuje od běžné pitné vody pouze anionty. Vysoké obsahy vápníku, při nízkých obsazích sodíku je vlastnost, která je charakteristická jak pro Ondrášovku, tak i pražskou pitnou vodu. Zásadní rozdíl tvoří pouze anionty, protože na rozdíl od pitné vody, chemismus přírodní minerální vody Ondrášovka je tvořen výhradně iontem HCO₃.

Obrázek 11 Srovnání chemického typu přírodní minerální vody Ondráškovka s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION
 ● Ondráškovka
 ■ vodovod Praha



Tabulka 29 Vybrané ukazatele v balené minerální vodě Ondráškovka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $mS \cdot m^{-1}$)	112	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,11	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $mg \cdot l^{-1}$)	726	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,063	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	27,5	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	1,5	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	22,3	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	210	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	5,6	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	1,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,005	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO_3^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	798	DIN EN ISO 9963-1
Sírany (SO_4^{2-} ; $mg \cdot l^{-1}$)	11,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H_2SiO_3 ; $mg \cdot l^{-1}$)	72,6	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	5,6	0,158	0,158	1,17
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻)	798	13,078	13,078	96,69
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO ₄ ²⁻)	11,1	0,231	0,116	1,71
Fluoridy (F ⁻)	1,1	0,058	0,058	0,43
Jodidy (I ⁻)	< 0,005	-	-	-
Anionty celkem	815,800	13,525	13,410	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	< 0,01	-	-	-
Lithium (Li ⁺)	0,063	0,009	0,009	0,07
Sodík (Na ⁺)	27,5	1,196	1,196	8,82
Draslík (K ⁺)	1,5	0,038	0,038	0,28
Hořčík (Mg ²⁺)	22,3	1,834	0,917	13,53
Vápník (Ca ²⁺)	210	10,479	5,240	77,30
Mangan (Mn ²⁺)	< 0,01	-	-	-
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	261,363	13,556	7,400	100
Iontově rozpuštěné látky	1 077,163		20,810	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Ondrášovka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Ondrášovka. Chyba rozboru dosahuje 0,12%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 30 je zřejmé, že v případě minerální vody Ondrášovka pouze iont chloru se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 30 Speciace roztoku minerální vody Ondrášovka

Species	Molality	Activity	Log Molality	Log Activity	Log Gamma	mole V cm ³ /mol
H+	8.684e-07	7.762e-07	-6.061	-6.110	-0.049	0.00
OH-	4.339e-09	3.787e-09	-8.363	-8.422	-0.059	-4.91
H2O	5.551e+01	9.992e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C(4)	3.818e-02					
CO2	2.508e-02	2.519e-02	-1.601	-1.599	0.002	33.66
HCO3-	1.266e-02	1.116e-02	-1.897	-1.953	-0.055	23.28
CaHCO3+	3.444e-04	3.042e-04	-3.463	-3.517	-0.054	9.00
MgHCO3+	7.308e-05	6.394e-05	-4.136	-4.194	-0.058	4.97
NaHCO3	7.141e-06	7.172e-06	-5.146	-5.144	0.002	1.80
(CO2)2	6.754e-06	6.784e-06	-5.170	-5.169	0.002	67.32
CaCO3	1.866e-06	1.874e-06	-5.729	-5.727	0.002	-14.66
CO3-2	7.760e-07	4.673e-07	-6.110	-6.330	-0.220	-6.99
MgCO3	1.801e-07	1.809e-07	-6.744	-6.742	0.002	-17.07
NaCO3-	4.680e-09	4.101e-09	-8.330	-8.387	-0.057	-2.87
Ca	5.246e-03					
Ca+2	4.875e-03	2.935e-03	-2.312	-2.532	-0.220	-18.17
CaHCO3+	3.444e-04	3.042e-04	-3.463	-3.517	-0.054	9.00
CaSO4	2.402e-05	2.413e-05	-4.619	-4.617	0.002	6.79
CaCO3	1.866e-06	1.874e-06	-5.729	-5.727	0.002	-14.66
CaOH+	7.154e-10	6.270e-10	-9.145	-9.203	-0.057	(0)
CaHSO4+	1.165e-10	1.021e-10	-9.934	-9.991	-0.057	(0)
Cl	1.581e-04					
Cl-	1.581e-04	1.382e-04	-3.801	-3.859	-0.059	17.46
F	5.797e-05					
F-	5.647e-05	4.928e-05	-4.248	-4.307	-0.059	-1.59
MgF+	1.424e-06	1.249e-06	-5.846	-5.903	-0.057	-10.55
HF	4.399e-08	4.418e-08	-7.357	-7.355	0.002	11.64
NaF	2.952e-08	2.965e-08	-7.530	-7.528	0.002	6.55
HF2-	8.241e-12	7.222e-12	-11.084	-11.141	-0.057	21.17
SiF6-2	6.868e-23	4.105e-23	-22.163	-22.387	-0.224	41.53
H(0)	9.941e-24					
H2	4.971e-24	4.992e-24	-23.304	-23.302	0.002	28.63
K	3.841e-05					
K+	3.839e-05	3.353e-05	-4.416	-4.475	-0.059	8.48
KSO4-	1.057e-08	9.308e-09	-7.976	-8.031	-0.055	33.62
Li	9.090e-06					
Li+	9.087e-06	8.027e-06	-5.042	-5.095	-0.054	-0.84
LiSO4-	2.074e-09	1.824e-09	-8.683	-8.739	-0.056	(0)
Mg	9.183e-04					
Mg+2	8.395e-04	5.108e-04	-3.076	-3.292	-0.216	-20.97
MgHCO3+	7.308e-05	6.394e-05	-4.136	-4.194	-0.058	4.97
MgSO4	4.132e-06	4.150e-06	-5.384	-5.382	0.002	5.12
MgF+	1.424e-06	1.249e-06	-5.846	-5.903	-0.057	-10.55
MgCO3	1.801e-07	1.809e-07	-6.744	-6.742	0.002	-17.07
MgOH+	6.479e-10	5.735e-10	-9.189	-9.241	-0.053	(0)
Na	1.198e-03					
Na+	1.190e-03	1.045e-03	-2.924	-2.981	-0.056	-2.33
NaHCO3	7.141e-06	7.172e-06	-5.146	-5.144	0.002	1.80
NaSO4-	2.801e-07	2.467e-07	-6.553	-6.608	-0.055	14.81
NaF	2.952e-08	2.965e-08	-7.530	-7.528	0.002	6.55

NaCO ₃ -	4.680e-09	4.101e-09	-8.330	-8.387	-0.057	-2.87
NaOH	3.942e-22	3.959e-22	-21.404	-21.402	0.002	(0)
O(0)	0.000e+00					
O ₂	0.000e+00	0.000e+00	-50.876	-50.875	0.002	28.95
S(6)	1.157e-04					
SO ₄ -2	8.723e-05	5.205e-05	-4.059	-4.284	-0.224	12.08
CaSO ₄	2.402e-05	2.413e-05	-4.619	-4.617	0.002	6.79
MgSO ₄	4.132e-06	4.150e-06	-5.384	-5.382	0.002	5.12
NaSO ₄ -	2.801e-07	2.467e-07	-6.553	-6.608	-0.055	14.81
KSO ₄ -	1.057e-08	9.308e-09	-7.976	-8.031	-0.055	33.62
HSO ₄ -	3.301e-09	2.893e-09	-8.481	-8.539	-0.057	38.98
LiSO ₄ -	2.074e-09	1.824e-09	-8.683	-8.739	-0.056	(0)
CaHSO ₄ +	1.165e-10	1.021e-10	-9.934	-9.991	-0.057	(0)
Si	1.210e-03					
H ₄ SiO ₄	1.210e-03	1.215e-03	-2.917	-2.915	0.002	53.67
H ₃ SiO ₄ -	1.481e-07	1.296e-07	-6.829	-6.887	-0.058	27.47
H ₂ SiO ₄ -2	6.479e-15	3.901e-15	-14.189	-14.409	-0.220	(0)
SiF ₆ -2	6.868e-23	4.105e-23	-22.163	-22.387	-0.224	41.53

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 31, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Ondrášovku tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycené jeví chalcedonit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 31 Minerální fáze minerální vody Ondrášovka, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)	
Anhydrite	-2.69	-6.82	-4.12	CaSO ₄	
Aragonite	-0.61	-8.86	-8.26	CaCO ₃	
Calcite	-0.45	-8.86	-8.41	CaCO ₃	
Chalcedony	0.82	-2.91	-3.73	SiO ₂	
Chrysotile	-13.20	20.95	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	
CO ₂ (g)	-0.33	-1.60	-1.27	CO ₂	
Dolomite	-1.76	-18.48	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂	
Fluorite	-0.35	-11.15	-10.80	CaF ₂	
Gypsum	-2.23	-6.82	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O	
H ₂ (g)	-20.25	-23.30	-3.05	H ₂	
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O	
Halite	-8.40	-6.84	1.56	NaCl	
O ₂ (g)	-48.11	-50.87	-2.77	O ₂	
Quartz	1.30	-2.91	-4.21	SiO ₂	
Sepiolite	-7.07	9.11	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O	
Sepiolite(d)	-9.55	9.11	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O	
SiO ₂ (a)	-0.07	-2.91	-2.84	SiO ₂	
Sylvite	-9.16	-8.33	0.82	KCl	
Talc	-8.07	15.12	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	

Závěr pro přírodní minerální vodu Ondrášovka

- Přírodní minerální voda Ondrášovka je středně mineralizovaná kyselka typu Ca – HCO₃.
- Minerální vody pocházejí z kulmského kolektoru představovaného střídáním jemnozrnných drob s vložkami drobových břidlic z hloubkového intervalu 75 – 80 m.
- Pouze ionty chloru se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Ondrášovka

- Jirkovský (1953): Minerální prameny ve Slezsku.- Zvláštní příloha přírod. Sbor. Ostrav. Kraje 14.
- Květ, R., Kačura, G. (1978): Minerální vody jihomoravského kraje.- Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Řezníček, V. (2005): Studie využitelnosti sirných vod Petrov u Strážnice.- MS Aqua MINERA. Brno.
- Řezníček, V. (2006): Sedm Dvorů – injektáž BV 101A, předběžná zpráva o reparaci jímacího vrtu BV 101A.- MS Aqua MINERA. Brno.
- Kořalka, S. (2005): hydrogeologický průzkum Petrovický Mlýn. Závěrečná zpráva o karotážním měření v vrtech PM-1 a PM-2.- MS Aquatest, a.s. Praha.

PODĚBRADKA

Studená silně mineralizovaná kyselka typu Na-(Ca)-HCO₃-(Cl) se zvýšeným obsahem Li⁺ a Sr²⁺

Geneze přírodní minerální vody Poděbradka

Poděbradská minerální voda je další z vod s poměrně velmi komplikovaným chemickým složením a složitým původem. Minerální voda pochází z cenomanského souvrství, tvořeného převážně pískovci, lokálně se střídajícími se s jílovci až písčítými jílovci o celkové mocnosti okolo 50 metrů. Do tohoto kolektoru infiltruje běžná srážková voda ve výchozových partiích cenomanu na severním okraji České křídové pánve. Podzemní voda sestupuje na bázi pánve, kde se dostává do napjatého stavu pod krycí vrstvou turonských slínovců.

V této úvodní fázi vývoje chemického složení se jedná ještě o prostou podzemní vodu typu Ca – HCO₃. Nicméně oběh vody je s ohledem na nižší hodnoty propustnosti zpomalený a v centrální části pánve v prostoru mezi Hradcem Králové, Pardubicemi, Libáním až Českým Brodem dochází k míchání podzemních vod infiltračního původu s hlubšími fosilními vodami z permokarbonu (typu Na-Cl) za účasti vývěrů CO₂. Obsah tohoto plynu v oblasti Poděbrad dosahuje až 2,7 g/l, ve většině případů tak nedosahuje nasycení ani 50% hodnoty hydrostatického tlaku, takže plyn je v kolektoru zcela rozpuštěn.

Za běžných, antropogenním zásahem neovlivněných podmínek, minerální voda vyvěrala ve formě skrytých vývěrů na dně Labe. Tato situace se změnila roku 1905, kdy byla na zámku v Poděbradech navrtána minerální voda s artéským přelivem a začala se lázeňsky využívat. Tento stav přetrvával zhruba do 40tých let dvacátého století. Postupem doby, s ohledem na zvýšenou potřebu celkové vydatnosti byla realizována série jímacích vrtů a v dnešní době jsou všechny zdroje čerpány. Tím pochopitelně vzniká riziko kontaminace, tvorby indukovaných zdrojů podzemních vod a ovlivnění celkového chemismu Sysel et al. (2004).

Natrium chloridová složka pochází z podloží České křídové pánve, z permokarbonských sedimentů, ve kterých se nacházejí solanky s výrazně zvýšenými obsahy minoritních prvků.

Ze srovnání dnešních chemických analýz a původních dat z let 1911 až 1927 (Veselý 1929) vyplývá poměrně vysoká stabilita chemismu, neohrožující kombinaci hlavních iontů a dokládající dlouhou cestu oběhu. Doba proudění od oblasti infiltrace k drenážní zóně u Poděbrad je odhadována na cca 4 000 let. Za více než sto let využívání minerálních vod mírně klesly koncentrace K⁺, Li⁺ a Fe²⁺ a nepatrně naopak stoupl obsah Na⁺, Ca²⁺, Cl a i HCO₃⁻. Tato skutečnost je poněkud překvapivá s ohledem na dnešní způsob jímání, který značně změnil hydraulické poměry.

Kromě distribuce přírodní minerální vody Poděbradka na trhu ve formě balené vody se stejný typ minerální vody využívá i v místních lázních. Ty jsou zaměřeny především na léčbu nemocí oběhového ústrojí, revmatické karditidy, vad chlopní, vrozených srdečních vad s oběhovou insuficiencí, anginy pectoris, stavů po infarktu myokardu a hypertenze.

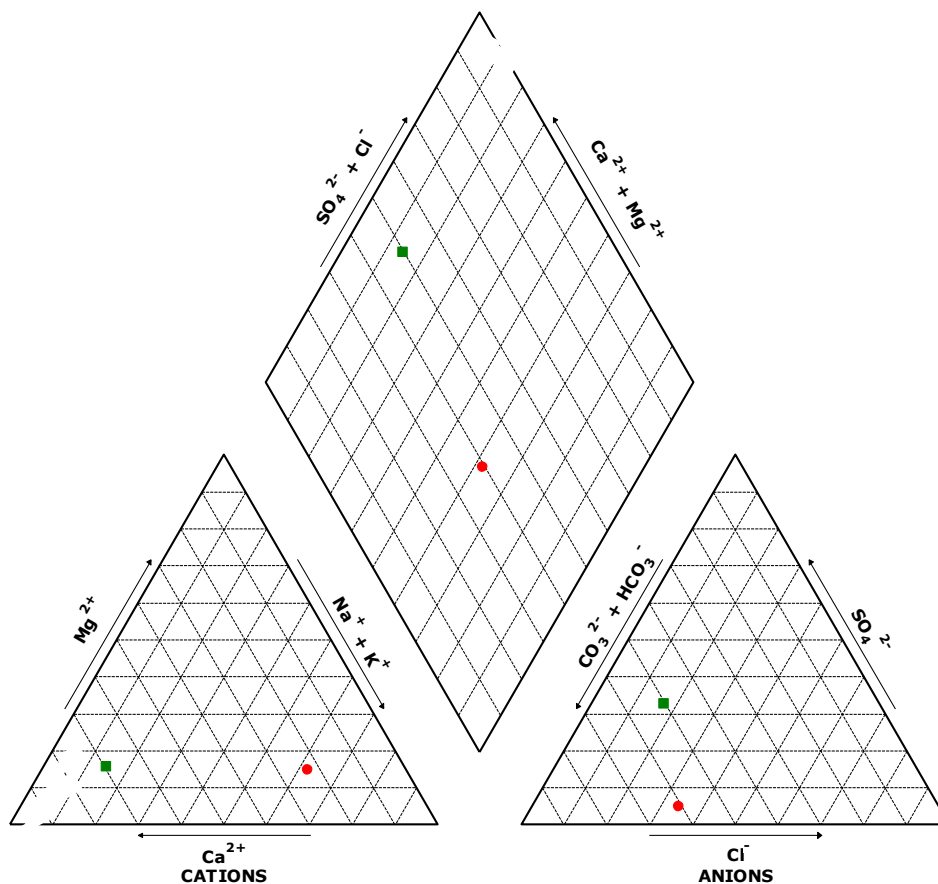
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Poděbradka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 12) je porovnán genetický typ minerální vody Poděbradka s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace jasně vyplývá, že Poděbradka představuje vodu po chemické stránce odlišnou. Jiný je celkový genetický typ a na této odlišnosti se podílejí rovným dílem jak vzájemné poměry kationtů, tak kationtů. Z aniontů vyniká vysoký podíl složky HCO_3^- a Cl^- , u kationtů převaha Na nad víceméně rovnoměrně zastoupenými Ca a Mg . Zásadní rozdíl představuje i výrazně vyšší celková mineralizace vody Poděbradka.

Obrázek 12 Srovnání chemického typu minerální vody Poděbradka s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Poděbradka
- vodovod Praha



Tabulka 32 Vybrané ukazatele v minerální vodě Poděbradka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	314	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,40	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	1 906	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	2,7	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,56	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	462	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	55,9	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	61,8	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,11	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	158	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	430	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,047	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,110	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	2,3	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 300	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	82,7	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	9,2	DIN EN ISO 11885

Látková bilance - kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	430	12,130	12,130	34,40
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻)	1 300	21,304	21,304	60,42
Dusitany (NO ₂ ⁻)	0,11	0,002	0,002	0,01
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	2,3	0,037	0,037	0,11
Sířany (SO ₄ ²⁻)	82,7	1,722	0,861	4,88
Fluoridy (F ⁻)	1,2	0,063	0,063	0,18
Jodidy (I ⁻)	0,047	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	1 816,357	35,258	34,397	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	2,7	0,150	0,150	0,43
Lithium (Li ⁺)	0,56	0,081	0,081	0,23
Sodík (Na ⁺)	462	20,096	20,096	57,87
Draslík (K ⁺)	55,9	1,430	1,430	4,12
Hořčík (Mg ²⁺)	61,8	5,082	2,542	14,64
Vápník (Ca ²⁺)	158	7,884	3,942	22,70
Mangan (Mn ²⁺)	0,11	0,004	0,002	0,01
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	741,07	34,727	28,243	100
Iontově rozpuštěné látky	2 557,427		62,640	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Poděbradka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Poděbradka. Chyba rozboru dosahuje 0,78%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 33 je zřejmé, že v případě minerální vody Poděbradka pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 33 Speciace roztoku minerální vody Poděbradka

Species	Molality	Activity	Log	Log	Log	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity	Gamma	
H+	4.602e-07	3.981e-07	-6.337	-6.400	-0.063	0.00
OH-	8.899e-09	7.379e-09	-8.051	-8.132	-0.081	-4.83
H2O	5.551e+01	9.986e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	4.127e-02					
HCO3-	2.056e-02	1.734e-02	-1.687	-1.761	-0.074	23.40
CO2	1.991e-02	2.009e-02	-1.701	-1.697	0.004	33.66
CaHCO3+	3.391e-04	2.874e-04	-3.470	-3.541	-0.072	9.03
MgHCO3+	2.679e-04	2.232e-04	-3.572	-3.651	-0.079	5.01
NaHCO3	1.770e-04	1.787e-04	-3.752	-3.748	0.004	1.80
(CO2) 2	4.278e-06	4.318e-06	-5.369	-5.365	0.004	67.32
CaCO3	3.421e-06	3.453e-06	-5.466	-5.462	0.004	-14.66
CO3-2	2.797e-06	1.417e-06	-5.553	-5.849	-0.296	-6.75
MgCO3	1.220e-06	1.232e-06	-5.914	-5.910	0.004	-17.07
MnHCO3+	9.272e-07	7.795e-07	-6.033	-6.108	-0.075	(0)
NaCO3-	2.380e-07	1.992e-07	-6.623	-6.701	-0.077	-2.72
MnCO3	5.622e-08	5.675e-08	-7.250	-7.246	0.004	(0)
Ca	3.952e-03					
Ca+2	3.516e-03	1.784e-03	-2.454	-2.749	-0.295	-18.03
CaHCO3+	3.391e-04	2.874e-04	-3.470	-3.541	-0.072	9.03
CaSO4	9.392e-05	9.480e-05	-4.027	-4.023	0.004	6.79
CaCO3	3.421e-06	3.453e-06	-5.466	-5.462	0.004	-14.66
CaOH+	8.871e-10	7.426e-10	-9.052	-9.129	-0.077	(0)
CaHSO4+	2.457e-10	2.057e-10	-9.610	-9.687	-0.077	(0)
Cl	1.216e-02					
Cl-	1.216e-02	1.011e-02	-1.915	-1.995	-0.080	17.51
MnCl+	2.471e-08	2.077e-08	-7.607	-7.683	-0.075	-8.03
MnCl2	9.084e-11	9.169e-11	-10.042	-10.038	0.004	109.25
MnCl3-	3.037e-13	2.554e-13	-12.518	-12.593	-0.075	44.07
F	6.333e-05					
F-	5.948e-05	4.932e-05	-4.226	-4.307	-0.081	-1.54
MgF+	3.354e-06	2.808e-06	-5.474	-5.552	-0.077	-10.51
NaF	4.710e-07	4.754e-07	-6.327	-6.323	0.004	6.55
HF	2.247e-08	2.268e-08	-7.648	-7.644	0.004	11.64
MnF+	2.047e-10	1.721e-10	-9.689	-9.764	-0.075	(0)

HF2-	4.432e-12	3.710e-12	-11.353	-11.431	-0.077	21.23
SiF6-2	7.298e-25	3.646e-25	-24.137	-24.438	-0.301	41.73
H(0)	9.892e-32					
H2	4.946e-32	4.992e-32	-31.306	-31.302	0.004	28.63
K	1.433e-03					
K+	1.431e-03	1.188e-03	-2.844	-2.925	-0.081	8.52
KSO4-	2.527e-06	2.132e-06	-5.597	-5.671	-0.074	33.67
Li	8.091e-05					
Li+	8.079e-05	6.848e-05	-4.093	-4.164	-0.072	-0.79
LiSO4-	1.196e-07	1.006e-07	-6.922	-6.998	-0.075	(0)
Mg	2.548e-03					
Mg+2	2.216e-03	1.147e-03	-2.654	-2.940	-0.286	-20.84
MgHCO3+	2.679e-04	2.232e-04	-3.572	-3.651	-0.079	5.01
MgSO4	5.968e-05	6.024e-05	-4.224	-4.220	0.004	5.12
MgF+	3.354e-06	2.808e-06	-5.474	-5.552	-0.077	-10.51
MgCO3	1.220e-06	1.232e-06	-5.914	-5.910	0.004	-17.07
MgOH+	2.949e-09	2.510e-09	-8.530	-8.600	-0.070	(0)
Mn(2)	2.007e-06					
Mn+2	9.769e-07	5.043e-07	-6.010	-6.297	-0.287	-19.38
MnHCO3+	9.272e-07	7.795e-07	-6.033	-6.108	-0.075	(0)
MnCO3	5.622e-08	5.675e-08	-7.250	-7.246	0.004	(0)
MnCl+	2.471e-08	2.077e-08	-7.607	-7.683	-0.075	-8.03
MnSO4	2.212e-08	2.232e-08	-7.655	-7.651	0.004	30.96
MnF+	2.047e-10	1.721e-10	-9.689	-9.764	-0.075	(0)
MnCl2	9.084e-11	9.169e-11	-10.042	-10.038	0.004	109.25
MnOH+	1.067e-11	8.973e-12	-10.972	-11.047	-0.075	(0)
MnCl3-	3.037e-13	2.554e-13	-12.518	-12.593	-0.075	44.07
Mn(NO3)2	1.939e-15	1.957e-15	-14.712	-14.708	0.004	46.00
Mn(OH)3-	1.500e-22	1.261e-22	-21.824	-21.899	-0.075	(0)
Mn(3)	2.932e-25					
Mn+3	2.932e-25	7.959e-26	-24.533	-25.099	-0.566	(0)
N(-3)	1.501e-04					
NH4+	1.494e-04	1.226e-04	-3.826	-3.912	-0.086	17.42
NH4SO4-	6.346e-07	5.312e-07	-6.197	-6.275	-0.077	32.22
NH3	5.683e-08	5.736e-08	-7.245	-7.241	0.004	23.51
N(3)	2.397e-06					
NO2-	2.397e-06	1.977e-06	-5.620	-5.704	-0.084	24.03
N(5)	3.719e-05					
NO3-	3.719e-05	3.068e-05	-4.430	-4.513	-0.084	27.80
Mn(NO3)2	1.939e-15	1.957e-15	-14.712	-14.708	0.004	46.00
Na	2.015e-02					
Na+	1.994e-02	1.675e-02	-1.700	-1.776	-0.076	-2.23
NaHCO3	1.770e-04	1.787e-04	-3.752	-3.748	0.004	1.80
NaSO4-	3.030e-05	2.556e-05	-4.519	-4.592	-0.074	15.36
NaF	4.710e-07	4.754e-07	-6.327	-6.323	0.004	6.55
NaCO3-	2.380e-07	1.992e-07	-6.623	-6.701	-0.077	-2.72
NaOH	1.225e-20	1.236e-20	-19.912	-19.908	0.004	(0)
O(0)	2.642e-35					
O2	1.321e-35	1.333e-35	-34.879	-34.875	0.004	28.95
S(6)	8.631e-04					
SO4-2	6.759e-04	3.364e-04	-3.170	-3.473	-0.303	12.29
CaSO4	9.392e-05	9.480e-05	-4.027	-4.023	0.004	6.79
MgSO4	5.968e-05	6.024e-05	-4.224	-4.220	0.004	5.12
NaSO4-	3.030e-05	2.556e-05	-4.519	-4.592	-0.074	15.36
KSO4-	2.527e-06	2.132e-06	-5.597	-5.671	-0.074	33.67

NH ₄ SO ₄ -	6.346e-07	5.312e-07	-6.197	-6.275	-0.077	32.22
LiSO ₄ -	1.196e-07	1.006e-07	-6.922	-6.998	-0.075	(0)
MnSO ₄	2.212e-08	2.232e-08	-7.655	-7.651	0.004	30.96
HSO ₄ -	1.146e-08	9.591e-09	-7.941	-8.018	-0.077	39.03
CaHSO ₄ +	2.457e-10	2.057e-10	-9.610	-9.687	-0.077	(0)
Si	1.535e-04					
H ₄ SiO ₄	1.535e-04	1.549e-04	-3.814	-3.810	0.004	53.67
H ₃ SiO ₄ -	3.868e-08	3.223e-08	-7.413	-7.492	-0.079	27.53
H ₂ SiO ₄ -2	3.735e-15	1.891e-15	-14.428	-14.723	-0.296	(0)
SiF ₆ -2	7.298e-25	3.646e-25	-24.137	-24.438	-0.301	41.73

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 34, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Poděbradku tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví pouze křemen a tento minerál bude mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 34 Minerální fáze minerální vody Poděbradka, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)	
Anhydrite	-2.10	-6.22	-4.12	CaSO ₄	
Aragonite	-0.34	-8.60	-8.26	CaCO ₃	
Calcite	-0.19	-8.60	-8.41	CaCO ₃	
Chalcedony	-0.07	-3.81	-3.73	SiO ₂	
Chrysotile	-12.20	21.96	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	
CO ₂ (g)	-0.43	-1.70	-1.27	CO ₂	
Dolomite	-0.66	-17.39	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂	
Fluorite	-0.57	-11.36	-10.80	CaF ₂	
Gypsum	-1.63	-6.22	-4.59	CaSO ₄ :2H ₂ O	
H ₂ (g)	-28.25	-31.30	-3.05	H ₂	
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O	
Halite	-5.33	-3.77	1.56	NaCl	
Hausmannite	-17.21	47.73	64.94	Mn ₃ O ₄	
Manganite	-4.73	20.61	25.34	MnOOH	
NH ₃ (g)	-9.37	-7.24	2.13	NH ₃	
O ₂ (g)	-32.11	-34.88	-2.77	O ₂	
Pyrochroite	-8.70	6.50	15.20	Mn(OH) ₂	
Pyrolusite	-9.19	34.72	43.91	MnO ₂ :H ₂ O	
Quartz	0.40	-3.81	-4.21	SiO ₂	
Rhodochrosite	-1.07	-12.15	-11.07	MnCO ₃	
Sepiolite	-7.89	8.29	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O	
Sepiolite(d)	-10.37	8.29	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O	
SiO ₂ (a)	-0.97	-3.81	-2.84	SiO ₂	
Sylvite	-5.74	-4.92	0.82	KCl	
Talc	-8.86	14.34	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	

Závěr pro přírodní minerální vodu Poděbradka

- Poděbradka je studená středně mineralizovaná kyselka typu Na-(Ca)-HCO₃-(Cl).
- Poděbradka představuje minerální vodu s velmi složitou genezí.
- Výsledný chemismus představuje směs fosilní mineralizace pocházející z permokarbonu a nově se infiltrující srážkové vody, která formuje své chemické složení v nadložním cenomanském, převážně pískovcovém kolektoru.
- Ze srovnání dnešních chemických analýz a původních dat z let 1911 až 1927 vyplývá poměrně vysoká stabilita chemismu, neohrožující kombinaci hlavních iontů.
- Pouze trojmocný mangan se v roztoku vyskytuje samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Pouze křemen má tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Poděbradka

- Kolářová, M. (1978): Minerální vody Středočeského a Jihočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Kolářová, M., Krásný, J. (1972): Hydrogeologie oblasti lázní Poděbrad. Sborník geol. věd. HIG 9. Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Krásný et al. (1982): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě 1:200 000 list 13 Hradec Králové.- Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Sysel, P. , Kaas, A., Krásný, J., Michek, R., Žáčková, E. (2004): Revize ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů lázeňským míst Poděbrady a Sadská. Zpráva za III. etapu.- Hydrogeo. Praha.
- Veselý, V. (1929): Chemická povaha minerálních vod poděbradských.- MS archiv ministerstva zdravotnictví. Praha.

ŠARATICA

Studená, velmi silně mineralizovaná, hořká léčivá minerální voda typu Na-Mg-SO₄

Geneze léčivého minerálního zdroje Šaratica

Na rozdíl od některých minerálních vod s hlubším oběhem a velmi komplikovaným původem, při kterém se míchají geneticky odlišné typy vod, jako je například Mlýnský pramen nebo Poděbradka, má skupina hořkých vod relativně jednoduchý chemismus. Převládají sírany a hořčík s tím, že u některých hořkých vod se můžeme setkat i se zvýšenými obsahy sodíku nebo vápníku. To je případ minerální vody Šaratica.

Typickou vlastností českých hořkých vod je skutečnost, že nejsou vázány na specifickou stratigrafickou nebo litologickou jednotku, ale jejich vznik je podmíněn kombinací několika podmínek. Podle Dvořákovy teorie publikované roku 1984 je předpokladem výskyt hornin s nízkou propustností, s plochým reliéfem a nízkými srážkovými úhrny při relativně vyšším výparu. Za těchto podmínek dochází k oxidaci pyritu při vzniku volné kyseliny sírové. Ta urychluje rozklad okolí horniny a podzemní voda se obohacuje sírany, alkalickými zeminami a alkáliemi. Tento proces můžeme aplikovat na Šaratici, kde v jílovitých horninách je podzemní voda v důsledku iontovýměnných reakcí obohacována sodíkem a výsledkem je hořká voda typu Na-Mg-SO₄.

Kolektor s velmi nízkou propustností neumožňuje rychlou cirkulaci podzemní vody ani intenzivní promývání celé struktury. Podobně jako v případě mělkých podzemních vod v aridním typu klimatu proto dochází v suchém období ke vzlínání a vysrážení solí, které jsou srážkami znovu rozpouštěny. Tím se podzemní voda zahušťuje a stoupá celková mineralizace.

Minerální voda Šaratica se konkrétně tvoří ve flyšových sedimentech ždánické jednotky, konkrétně málo propustných jílu, vápnitých jílu až slínovců, místy s podílem dolomitizovaných vápenců a dolomitů, magnezitů a s ččkami sádrovce.

Šaratica se jímá v mělkých širokoprofilových studních o hloubkách okolo 15 metrů o nepatrné vydatnosti (Krásný 2012 uvádí vydatnost jen 0,006 l/ minutu). S ohledem na postupné vyluhování minerálů dochází k postupné degradaci chemického složení v jednotlivých studních, které se po určité době opouštějí a hloubí se nové. Z toho důvodu výsledný chemismus přírodního léčivého zdroje Šaratica je výsledkem míchání jednotlivých výtěžků studní na požadovanou celkovou mineralizaci 15 g/l. Aktuální jímání se postupně přesouvá a v současné době probíhá v prostoru mezi Nesvačilkou, Újezdem, Luží a Těšany.

Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Šaratica do kontextu běžných pitných vod

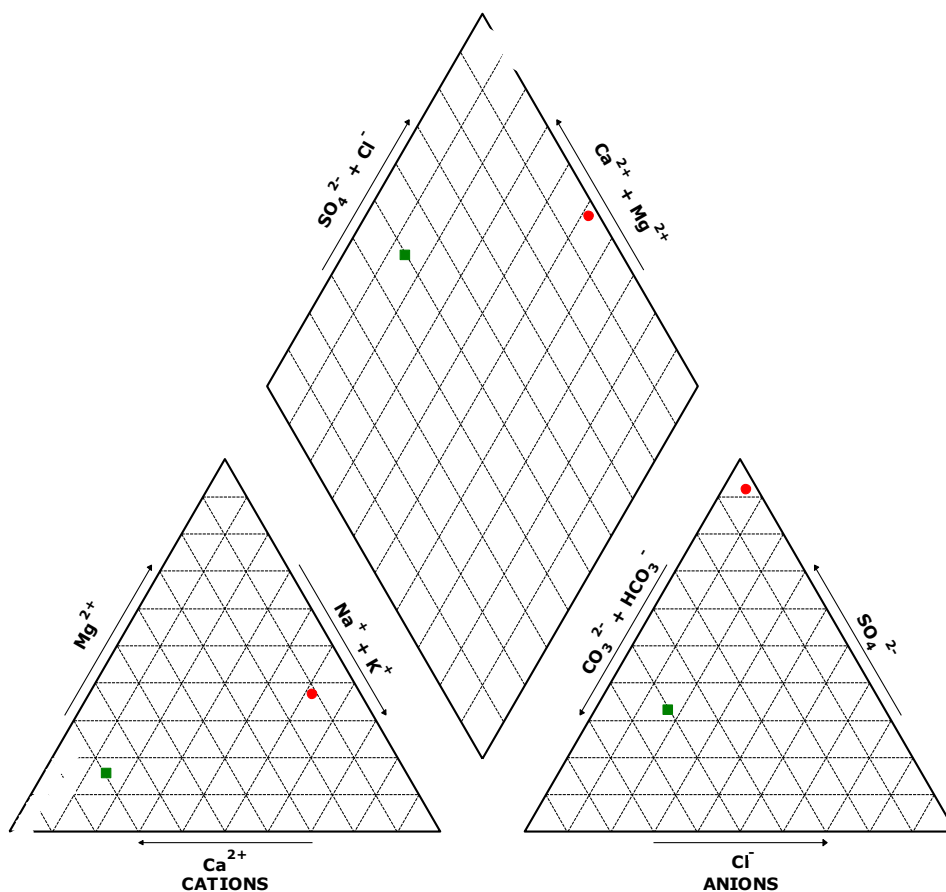
Na Piperově diagramu (obr. 13) je porovnán genetický typ léčivého minerálního zdroje Šaratica s běžnou pitnou vodou. Z této grafické prezentace vyplývá, že Šaratica představuje vodu po chemické stránce významně odlišnou od vody pitné. Tuto odlišnost představuje výrazně zvýšená celková mineralizace, která řádově převyšuje obsah rozpuštěných látek v běžné pitné vodě. Zásadní rozdíl oproti běžné pitné vodě představují vzájemné poměry

kationtů i aniontů. Zatímco u Šaraticy převládá sodík a hořčík při poměrně nízkých obsazích vápníku, právě iont Ca^{2+} je dominantní v pražské pitné vodě. V případě aniontů jsou u Šaraticy zcela převládajícím iontem sírany. Ty se sice v omezené míře v pitné vodě v Praze rovněž vyskytují, nejvýznamnější složku však představují hydrogenkarbonáty.

Obrázek 13 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Šaratica s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Šaratica
- vodovod Praha



Tabulka 35 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Šaratica

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	1 220	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,80	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	12 195	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,02	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,99	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	2 090	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	24,3	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	790	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,50	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	0,002	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	395	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,083	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	0,20	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	345	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,24	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	3,61	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	30,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	269	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	7 730	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	29,2	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	345	9,732	9,732	5,54
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	269	4,408	4,408	2,51
Dusitany (NO ₂ ⁻)	3,61	0,078	0,078	0,04
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	30,1	0,485	0,485	0,28
Sířany (SO ₄ ²⁻)	7 730	160,941	80,471	91,58
Fluoridy (F ⁻)	1,5	0,079	0,079	0,04
Jodidy (I ⁻)	1,24	0,010	0,010	0,01
Anionty celkem	8 380,45	175,733	95,263	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,02	0,001	0,001	0,00
Lithium (Li ⁺)	0,99	0,143	0,143	0,08
Sodík (Na ⁺)	2 090	90,909	90,909	51,55
Draslík (K ⁺)	24,3	0,621	0,621	0,35
Hořčík (Mg ²⁺)	790	64,967	32,497	36,83
Vápník (Ca ²⁺)	395	19,711	9,855	11,18
Mangan (Mn ²⁺)	0,50	0,018	0,009	0,01
Železo (Fe)	0,20	0,007	0,004	0,00
Kationty celkem	3 301,01	176,377	134,039	100
Iontově rozpuštěné látky	11 681,46		229,302	

Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Šaratica programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Šaratica. Chyba rozboru dosahuje 0,26%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 36 je zřejmé, že v případě minerální vody Šaratica pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 36 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Šaratica

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	1.983e-07	1.585e-07	-6.703	-6.800	-0.097	0.00
OH-	2.613e-08	1.849e-08	-7.583	-7.733	-0.150	-4.43
H2O	5.551e+01	9.965e-01	1.744	-0.002	0.000	18.02
C(4)	5.764e-03					
HCO3-	3.984e-03	2.978e-03	-2.400	-2.526	-0.126	24.09
CO2	1.311e-03	1.376e-03	-2.882	-2.861	0.021	33.66
MgHCO3+	2.847e-04	2.048e-04	-3.546	-3.689	-0.143	5.11
NaHCO3	1.119e-04	1.175e-04	-3.951	-3.930	0.021	1.80
CaHCO3+	6.527e-05	4.945e-05	-4.185	-4.306	-0.120	9.12
MgCO3	2.704e-06	2.838e-06	-5.568	-5.547	0.021	-17.07
CO3-2	1.959e-06	6.109e-07	-5.708	-6.214	-0.506	-5.66
CaCO3	1.421e-06	1.492e-06	-5.847	-5.826	0.021	-14.66
MnHCO3+	5.974e-07	4.420e-07	-6.224	-6.355	-0.131	(0)
NaCO3-	4.391e-07	3.291e-07	-6.357	-6.483	-0.125	-1.77
MnCO3	7.699e-08	8.083e-08	-7.114	-7.092	0.021	(0)
FeHCO3+	2.404e-08	1.802e-08	-7.619	-7.744	-0.125	(0)
(CO2)2	1.930e-08	2.026e-08	-7.715	-7.693	0.021	67.32
FeCO3	8.447e-10	8.868e-10	-9.073	-9.052	0.021	(0)
Ca	9.972e-03					
Ca+2	5.504e-03	1.788e-03	-2.259	-2.748	-0.488	-17.63
CaSO4	4.401e-03	4.621e-03	-2.356	-2.335	0.021	6.79
CaHCO3+	6.527e-05	4.945e-05	-4.185	-4.306	-0.120	9.12
CaCO3	1.421e-06	1.492e-06	-5.847	-5.826	0.021	-14.66
CaHSO4+	5.325e-09	3.991e-09	-8.274	-8.399	-0.125	(0)
CaOH+	2.489e-09	1.865e-09	-8.604	-8.729	-0.125	(0)
Cl	9.846e-03					
Cl-	9.846e-03	7.057e-03	-2.007	-2.151	-0.145	17.73
MnCl+	6.472e-08	4.789e-08	-7.189	-7.320	-0.131	-7.94
FeCl+	7.866e-10	5.895e-10	-9.104	-9.230	-0.125	(0)
MnCl2	1.405e-10	1.475e-10	-9.852	-9.831	0.021	109.25
MnCl3-	3.876e-13	2.868e-13	-12.412	-12.542	-0.131	44.62
FeCl+2	4.472e-14	1.340e-14	-13.350	-13.873	-0.523	(0)
FeCl2+	9.421e-16	6.970e-16	-15.026	-15.157	-0.131	(0)

FeCl3	4.685e-19	4.919e-19	-18.329	-18.308	0.021	(0)
F	7.989e-05					
F-	6.052e-05	4.283e-05	-4.218	-4.368	-0.150	-1.33
MgF+	1.785e-05	1.303e-05	-4.748	-4.885	-0.137	-10.42
NaF	1.506e-06	1.582e-06	-5.822	-5.801	0.021	6.55
HF	7.468e-09	7.841e-09	-8.127	-8.106	0.021	11.64
MnF+	6.671e-10	4.936e-10	-9.176	-9.307	-0.131	(0)
FeF+	3.458e-11	2.592e-11	-10.461	-10.586	-0.125	(0)
FeF+2	1.846e-11	5.532e-12	-10.734	-11.257	-0.523	(0)
FeF2+	1.057e-11	7.819e-12	-10.976	-11.107	-0.131	(0)
HF2-	1.486e-12	1.114e-12	-11.828	-11.953	-0.125	21.44
FeF3	4.792e-13	5.031e-13	-12.319	-12.298	0.021	(0)
SiF6-2	4.406e-26	1.321e-26	-25.356	-25.879	-0.523	42.59
Fe (2)	3.350e-07					
Fe+2	1.836e-07	6.051e-08	-6.736	-7.218	-0.482	-22.48
FeSO4	1.257e-07	1.319e-07	-6.901	-6.880	0.021	38.92
FeHCO3+	2.404e-08	1.802e-08	-7.619	-7.744	-0.125	(0)
FeCO3	8.447e-10	8.868e-10	-9.073	-9.052	0.021	(0)
FeCl+	7.866e-10	5.895e-10	-9.104	-9.230	-0.125	(0)
FeOH+	4.996e-11	3.696e-11	-10.301	-10.432	-0.131	(0)
FeF+	3.458e-11	2.592e-11	-10.461	-10.586	-0.125	(0)
FeHSO4+	1.803e-13	1.351e-13	-12.744	-12.869	-0.125	(0)
Fe (OH) 2	4.769e-16	5.007e-16	-15.322	-15.300	0.021	(0)
Fe (OH) 3-	1.354e-19	1.002e-19	-18.868	-18.999	-0.131	(0)
Fe (3)	3.289e-06					
Fe (OH) 2+	2.543e-06	1.901e-06	-5.595	-5.721	-0.126	(0)
Fe (OH) 3	7.366e-07	7.734e-07	-6.133	-6.112	0.021	(0)
FeOH+2	5.545e-09	1.662e-09	-8.256	-8.779	-0.523	(0)
Fe (OH) 4-	3.145e-09	2.350e-09	-8.502	-8.629	-0.126	(0)
FeF+2	1.846e-11	5.532e-12	-10.734	-11.257	-0.523	(0)
FeSO4+	1.774e-11	1.312e-11	-10.751	-10.882	-0.131	(0)
FeF2+	1.057e-11	7.819e-12	-10.976	-11.107	-0.131	(0)
Fe (SO4) 2-	5.893e-12	4.417e-12	-11.230	-11.355	-0.125	(0)
Fe+3	7.813e-13	1.037e-13	-12.107	-12.984	-0.877	(0)
FeF3	4.792e-13	5.031e-13	-12.319	-12.298	0.021	(0)
FeCl+2	4.472e-14	1.340e-14	-13.350	-13.873	-0.523	(0)
Fe2 (OH) 2+4	1.440e-14	1.428e-16	-13.842	-15.845	-2.004	(0)
FeCl2+	9.421e-16	6.970e-16	-15.026	-15.157	-0.131	(0)
Fe3 (OH) 4+5	3.292e-16	2.435e-19	-15.483	-18.613	-3.131	(0)
FeHSO4+2	1.844e-17	5.818e-18	-16.734	-17.235	-0.501	(0)
FeCl3	4.685e-19	4.919e-19	-18.329	-18.308	0.021	(0)
H (0)	2.179e-32					
H2	1.089e-32	1.144e-32	-31.963	-31.942	0.021	28.63
K	6.288e-04					
K+	5.805e-04	4.138e-04	-3.236	-3.383	-0.147	8.73
KSO4-	4.833e-05	3.612e-05	-4.316	-4.442	-0.126	33.88
Li	1.444e-04					
Li+	1.345e-04	1.019e-04	-3.871	-3.992	-0.120	-0.58
LiSO4-	9.840e-06	7.281e-06	-5.007	-5.138	-0.131	(0)
Mg	3.288e-02					
Mg+2	1.766e-02	6.131e-03	-1.753	-2.213	-0.460	-20.43
MgSO4	1.491e-02	1.566e-02	-1.826	-1.805	0.021	5.12
MgHCO3+	2.847e-04	2.048e-04	-3.546	-3.689	-0.143	5.11
MgF+	1.785e-05	1.303e-05	-4.748	-4.885	-0.137	-10.42
MgCO3	2.704e-06	2.838e-06	-5.568	-5.547	0.021	-17.07

MgOH+	4.390e-08	3.362e-08	-7.358	-7.473	-0.116	(0)
Mn (2)	9.209e-06					
Mn+2	5.053e-06	1.666e-06	-5.296	-5.778	-0.482	-17.98
MnSO4	3.416e-06	3.586e-06	-5.467	-5.445	0.021	30.96
MnHCO3+	5.974e-07	4.420e-07	-6.224	-6.355	-0.131	(0)
MnCO3	7.699e-08	8.083e-08	-7.114	-7.092	0.021	(0)
MnCl+	6.472e-08	4.789e-08	-7.189	-7.320	-0.131	-7.94
MnF+	6.671e-10	4.936e-10	-9.176	-9.307	-0.131	(0)
MnCl2	1.405e-10	1.475e-10	-9.852	-9.831	0.021	109.25
MnOH+	1.004e-10	7.428e-11	-9.998	-10.129	-0.131	(0)
Mn(NO3)2	7.630e-13	8.011e-13	-12.117	-12.096	0.021	46.00
MnCl3-	3.876e-13	2.868e-13	-12.412	-12.542	-0.131	44.62
Mn(OH)3-	8.868e-21	6.561e-21	-20.052	-20.183	-0.131	(0)
Mn (3)	1.647e-24					
Mn+3	1.647e-24	2.187e-25	-23.783	-24.660	-0.877	(0)
N (-3)	1.122e-06					
NH4+	9.408e-07	6.412e-07	-6.027	-6.193	-0.167	17.59
NH4SO4-	1.804e-07	1.352e-07	-6.744	-6.869	-0.125	33.21
NH3	7.180e-10	7.539e-10	-9.144	-9.123	0.021	23.51
N (3)	7.940e-05					
NO2-	7.940e-05	5.520e-05	-4.100	-4.258	-0.158	24.24
N (5)	4.912e-04					
NO3-	4.912e-04	3.415e-04	-3.309	-3.467	-0.158	28.06
Mn(NO3)2	7.630e-13	8.011e-13	-12.117	-12.096	0.021	46.00
Na	9.199e-02					
Na+	8.550e-02	6.416e-02	-1.068	-1.193	-0.125	-1.86
NaSO4-	6.371e-03	4.761e-03	-2.196	-2.322	-0.126	17.68
NaHCO3	1.119e-04	1.175e-04	-3.951	-3.930	0.021	1.80
NaF	1.506e-06	1.582e-06	-5.822	-5.801	0.021	6.55
NaCO3-	4.391e-07	3.291e-07	-6.357	-6.483	-0.125	-1.77
NaOH	1.130e-19	1.187e-19	-18.947	-18.926	0.021	(0)
O (0)	4.818e-34					
O2	2.409e-34	2.529e-34	-33.618	-33.597	0.021	28.95
S (6)	8.142e-02					
SO4-2	5.567e-02	1.636e-02	-1.254	-1.786	-0.532	13.14
MgSO4	1.491e-02	1.566e-02	-1.826	-1.805	0.021	5.12
NaSO4-	6.371e-03	4.761e-03	-2.196	-2.322	-0.126	17.68
CaSO4	4.401e-03	4.621e-03	-2.356	-2.335	0.021	6.79
KSO4-	4.833e-05	3.612e-05	-4.316	-4.442	-0.126	33.88
LiSO4-	9.840e-06	7.281e-06	-5.007	-5.138	-0.131	(0)
MnSO4	3.416e-06	3.586e-06	-5.467	-5.445	0.021	30.96
HSO4-	2.478e-07	1.857e-07	-6.606	-6.731	-0.125	39.24
NH4SO4-	1.804e-07	1.352e-07	-6.744	-6.869	-0.125	33.21
FeSO4	1.257e-07	1.319e-07	-6.901	-6.880	0.021	38.92
CaHSO4+	5.325e-09	3.991e-09	-8.274	-8.399	-0.125	(0)
FeSO4+	1.774e-11	1.312e-11	-10.751	-10.882	-0.131	(0)
Fe(SO4)2-	5.893e-12	4.417e-12	-11.230	-11.355	-0.125	(0)
FeHSO4+	1.803e-13	1.351e-13	-12.744	-12.869	-0.125	(0)
FeHSO4+2	1.844e-17	5.818e-18	-16.734	-17.235	-0.501	(0)
Si	4.917e-04					
H4SiO4	4.914e-04	5.159e-04	-3.309	-3.287	0.021	53.67
H3SiO4-	3.748e-07	2.696e-07	-6.426	-6.569	-0.143	27.74
H2SiO4-2	1.274e-13	3.974e-14	-12.895	-13.401	-0.506	(0)
SiF6-2	4.406e-26	1.321e-26	-25.356	-25.879	-0.523	42.59

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 37, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Šaratici tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit, hydroxid železitý, goethit a hematit a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 37 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Šaratica vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-0.41	-4.53	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.71	-8.96	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-0.55	-8.96	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.45	-3.28	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-6.57	27.59	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-1.59	-2.86	-1.27	CO ₂
Dolomite	-0.66	-17.39	-16.72	CaMg (CO ₃) ₂
Fe (OH) 3 (a)	2.52	7.41	4.89	Fe (OH) 3
Fluorite	-0.69	-11.48	-10.80	CaF ₂
Goethite	7.85	7.41	-0.44	FeOOH
Gypsum	0.05	-4.54	-4.59	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ (g)	-28.89	-31.94	-3.05	H ₂
H ₂ O (g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-4.90	-3.34	1.56	NaCl
Hematite	17.64	14.83	-2.81	Fe ₂ O ₃
Manganite	-3.09	22.25	25.34	MnOOH
Melanterite	-6.61	-9.02	-2.41	FeSO ₄ :7H ₂ O
NH ₃ (g)	-11.25	-9.12	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-30.83	-33.60	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-7.38	7.82	15.20	Mn (OH) 2
Pyrolusite	-7.23	36.68	43.91	MnO ₂ :H ₂ O
Quartz	0.93	-3.28	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.92	-11.99	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-3.26	12.91	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(d)	-5.75	12.91	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Siderite	-2.64	-13.43	-10.79	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.44	-3.28	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-6.36	-5.53	0.82	KCl
Talc	-2.18	21.02	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro léčivou minerální vodu Šaratica

- Šaratica je studená, velmi silně mineralizovaná, hořká, léčivá minerální voda typu Na-Mg-SO₄.
- Šaratica představuje svým chemickým složením na území České republiky velmi unikátní vodu, srovnatelnou pouze se Zaječickou.
- Její výjimečný chemismus je výsledkem oxidace pyritu při vzniku volné kyseliny sírové. Ta urychluje rozklad jílovců a podzemní voda se obohacuje sírany, alkalickými zeminami a alkáliemi.
- Celková mineralizace je velmi variabilní hodnotou a závisí na stupni ředění.

- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit, hydroxid železitý, goethit a hematit mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro léčivý minerální zdroj Šaratica

Dvořák, J. (1984): Hořké vody (hydrogeologie, geneze, zdroje, historie, využití). Balneol. Listy 12. Suppl.16

Krásný, J. et al. (2012): Podzemní vody České republiky. Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. Český Geol. Úst. Praha.

Řezníček, V. (1986): Šaratice – ochranná pásma závěrečná zpráva.- MS Geotest. Brno

ZAJEČICKÁ

Studená, velmi silně mineralizovaná, hořká, léčivá voda typu Mg-SO₄

Geneze léčivého minerálního zdroje Zaječická

Zaječická hořká minerální voda spadá do geneticky identické skupiny, jako je Šaratica, pouze s tím rozdílem, že v tomto případě se setkáváme s ryzí hořkou vodou bez zvýšených koncentrací iontů vápníku a sodíku. Pochází ze svrchnoturonských slínovců s velmi nízkou propustností, které jsou částečně překryty fluviálními sedimenty. Slínovce obsahují pyrit, který oxiduje a je rozpouštěn infiltrovanou srážkovou vodou za vzniku volné kyseliny sírové. Tato rozkládá vápenato hořečnaté karbonáty a uvolněný kyslíčnick uhlíčitý urychluje zvětrávací procesy. V roztoku se vytváří limonit a při obsahu SO₄ nad 1,2 g/l sádrovec. Další proces zahušťování a zvyšování mineralizace postupným vysrážením síranu vápenatého nebo hořečnatého ve formě výkvětu síranů na povrchu a jejich následného opětovného rozpouštění srážkovou vodou je stejný jako v případě Šaratice.

Minerální voda je jímána systémem mělkých studní o hloubce cca 10 metrů a chemické složení není s ohledem na popsanou genezi stabilní, závisí především na intenzitě srážkové činnosti. Vlastnímu jednorázovému vyčerpání obsahu širokoprofilových studní předchází většinou několikátýdenní proces pomalé infiltrace. Od počátku 19. století, ze kdy pocházejí první chemické analýzy (Berzelius 1840), je doložen pokles přirozené celkové mineralizace daný postupným vyčerpáváním málo mocného kolektoru. Celková mineralizace jímané minerální vody se dnes pohybuje v závislosti na momentálních klimatických podmínkách mezi prvními gramy na litr až do 10 g/l. Konečný chemismus balené přírodní léčivé minerální vody Zaječická je výsledkem zahušťování v odpařovacích nádobách – tímto procesem se zvyšovala koncentrace na normovanou hodnotu 33 g/l.

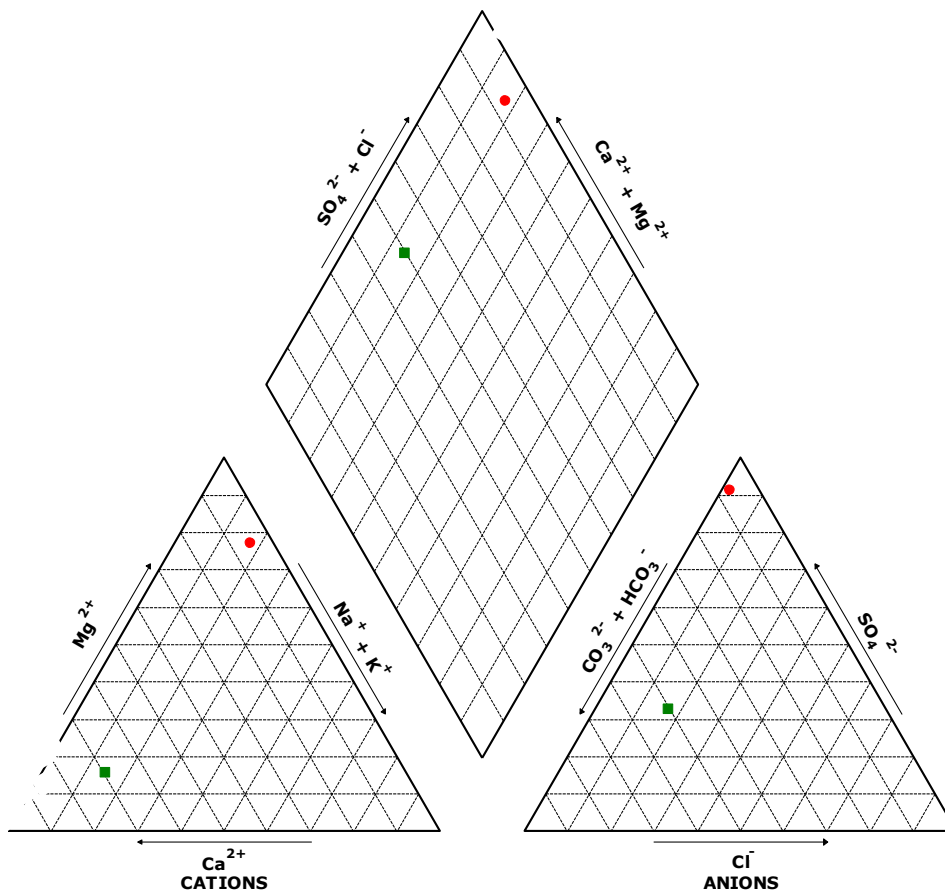
Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Zaječická do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 14) je porovnán genetický typ léčivé minerální vody Zaječická s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Zaječická představuje vodu po chemické stránce významně odlišnou od vody pitné. Tuto odlišnost představuje výrazně zvýšená celková mineralizace, která řádově převyšuje obsah rozpuštěných látek v běžné pitné vodě. Zásadní rozdíl oproti běžné pitné vodě představují vzájemné poměry kationtů i aniontů. Zatímco u Zaječické převládá hořčík při poměrně nízkých obsazích sodíku a vápníku, iont Ca²⁺ je dominantní v pražské pitné vodě. V případě aniontů jsou u Zaječické převládajícím iontem sírany. Ty se sice v omezené míře v pitné vodě v Praze rovněž vyskytují, nejvýznamnější složku však představují hydrogenuhličitanové.

Obrázek 14 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Šaratica s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Zajecicka horka
- vodovod Praha



Tabulka 38 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Zajecická

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	2 466	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	7,46	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	36 064	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,08	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	4,63	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	1 770	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	728	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	5 130	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,04	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	586	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	356	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,6	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,367	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,090	DIN EN 26777 (D 10)

Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 160	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	2 230	DIN EN ISO 9963-1
Sírany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	23 100	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	24,5	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	356	10,042	10,042	1,84
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻)	2 230	36,545	36,545	6,69
Dusitany (NO ₂ ⁻)	0,090	0,002	0,002	0,00
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	1 160	18,707	18,707	3,42
Sírany (SO ₄ ²⁻)	23 100	480,949	240,475	88,03
Fluoridy (F ⁻)	1,6	0,084	0,084	0,02
Jodidy (I ⁻)	0,367	0,003	0,003	0,00
Anionty celkem	26 848,057	546,332	305,858	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	< 0,08	-	-	-
Lithium (Li ⁺)	4,63	0,667	0,667	0,12
Sodík (Na ⁺)	1 770	76,990	76,990	14,07
Draslík (K ⁺)	728	18,619	18,619	3,40
Hořčík (Mg ²⁺)	5 130	421,875	211,024	77,07
Vápník (Ca ²⁺)	586	29,242	14,621	5,34
Mangan (Mn ²⁺)	0,04	0,001	0,001	0,00
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	8 218,67	547,394	321,922	100
Iontově rozpuštěné látky	35 066,727		627,780	

Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Zaječická programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Zaječická. Chyba rozboru dosahuje 0,2%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 39 je zřejmé, že v případě minerální vody Zaječická pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 39 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Zaječická

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
OH-	1.333e-07	8.409e-08	-6.875	-7.075	-0.200	-3.83
H+	4.532e-08	3.467e-08	-7.344	-7.460	-0.116	0.00
H2O	5.551e+01	9.912e-01	1.744	-0.004	0.000	18.02
C (4)	3.903e-02					
HCO3-	2.633e-02	1.821e-02	-1.580	-1.740	-0.160	25.29
MgHCO3+	9.613e-03	6.238e-03	-2.017	-2.205	-0.188	5.19
CO2	1.630e-03	1.851e-03	-2.788	-2.733	0.055	33.66
NaHCO3	5.045e-04	5.729e-04	-3.297	-3.242	0.055	1.80
CaHCO3+	4.785e-04	3.382e-04	-3.320	-3.471	-0.151	9.17
MgCO3	3.480e-04	3.952e-04	-3.458	-3.403	0.055	-17.07
CO3-2	7.467e-05	1.707e-05	-4.127	-4.768	-0.641	-4.25
CaCO3	4.109e-05	4.665e-05	-4.386	-4.331	0.055	-14.66
NaCO3-	9.889e-06	7.334e-06	-5.005	-5.135	-0.130	-0.05
MnHCO3+	1.702e-07	1.158e-07	-6.769	-6.936	-0.167	(0)
MnCO3	8.525e-08	9.680e-08	-7.069	-7.014	0.055	(0)
(CO2) 2	3.227e-08	3.664e-08	-7.491	-7.436	0.055	67.32
Ca	1.515e-02					
Ca+2	7.565e-03	1.999e-03	-2.121	-2.699	-0.578	-17.31
CaSO4	7.068e-03	8.025e-03	-2.151	-2.096	0.055	6.79
CaHCO3+	4.785e-04	3.382e-04	-3.320	-3.471	-0.151	9.17
CaCO3	4.109e-05	4.665e-05	-4.386	-4.331	0.055	-14.66
CaOH+	1.279e-08	9.486e-09	-7.893	-8.023	-0.130	(0)
CaHSO4+	2.045e-09	1.517e-09	-8.689	-8.819	-0.130	(0)
Cl	1.041e-02					
Cl-	1.041e-02	6.760e-03	-1.983	-2.170	-0.187	17.97
MnCl+	2.889e-09	1.965e-09	-8.539	-8.707	-0.167	-7.88
MnCl2	5.108e-12	5.799e-12	-11.292	-11.237	0.055	109.25
MnCl3-	1.587e-14	1.080e-14	-13.799	-13.967	-0.167	45.53
F	8.728e-05					
MgF+	5.112e-05	3.401e-05	-4.291	-4.468	-0.177	-10.35
F-	3.558e-05	2.244e-05	-4.449	-4.649	-0.200	-1.10
NaF	5.820e-07	6.608e-07	-6.235	-6.180	0.055	6.55
HF	7.916e-10	8.988e-10	-9.101	-9.046	0.055	11.64
MnF+	1.629e-11	1.108e-11	-10.788	-10.955	-0.167	(0)
HF2-	9.023e-14	6.692e-14	-13.045	-13.174	-0.130	21.67
SiF6-2	2.764e-30	5.924e-31	-29.559	-30.227	-0.669	43.52
H (0)	1.755e-26					
H2	8.773e-27	9.961e-27	-26.057	-26.002	0.055	28.63
K	1.930e-02					
K+	1.714e-02	1.102e-02	-1.766	-1.958	-0.192	8.99
KSO4-	2.159e-03	1.493e-03	-2.666	-2.826	-0.160	34.12
Li	6.915e-04					
Li+	6.201e-04	4.383e-04	-3.208	-3.358	-0.151	-0.38
LiSO4-	7.144e-05	4.861e-05	-4.146	-4.313	-0.167	(0)
Mg	2.187e-01					
MgSO4	1.067e-01	1.211e-01	-0.972	-0.917	0.055	5.12
Mg+2	1.020e-01	3.054e-02	-0.991	-1.515	-0.524	-20.09
MgHCO3+	9.613e-03	6.238e-03	-2.017	-2.205	-0.188	5.19
MgCO3	3.480e-04	3.952e-04	-3.458	-3.403	0.055	-17.07
MgF+	5.112e-05	3.401e-05	-4.291	-4.468	-0.177	-10.35

MgOH+	1.060e-06	7.613e-07	-5.975	-6.118	-0.144	(0)
Mn (2)	7.546e-07					
Mn+2	2.860e-07	7.137e-08	-6.544	-7.146	-0.603	-17.06
MnSO4	2.101e-07	2.386e-07	-6.677	-6.622	0.055	30.96
MnHCO3+	1.702e-07	1.158e-07	-6.769	-6.936	-0.167	(0)
MnCO3	8.525e-08	9.680e-08	-7.069	-7.014	0.055	(0)
MnCl+	2.889e-09	1.965e-09	-8.539	-8.707	-0.167	-7.88
Mn(NO3)2	3.635e-11	4.127e-11	-10.439	-10.384	0.055	46.00
MnOH+	2.127e-11	1.447e-11	-10.672	-10.839	-0.167	(0)
MnF+	1.629e-11	1.108e-11	-10.788	-10.955	-0.167	(0)
MnCl2	5.108e-12	5.799e-12	-11.292	-11.237	0.055	109.25
MnCl3-	1.587e-14	1.080e-14	-13.799	-13.967	-0.167	45.53
Mn(OH)3-	3.884e-20	2.643e-20	-19.411	-19.578	-0.167	(0)
Mn (3)	2.444e-29					
Mn+3	2.444e-29	2.196e-30	-28.612	-29.658	-1.046	(0)
N (5)	1.939e-02					
NO3-	1.939e-02	1.184e-02	-1.712	-1.927	-0.214	28.38
Mn(NO3)2	3.635e-11	4.127e-11	-10.439	-10.384	0.055	46.00
Na	7.979e-02					
Na+	7.075e-02	5.117e-02	-1.150	-1.291	-0.141	-1.47
NaSO4-	8.525e-03	5.895e-03	-2.069	-2.229	-0.160	20.29
NaHCO3	5.045e-04	5.729e-04	-3.297	-3.242	0.055	1.80
NaCO3-	9.889e-06	7.334e-06	-5.005	-5.135	-0.130	-0.05
NaF	5.820e-07	6.608e-07	-6.235	-6.180	0.055	6.55
NaOH	3.790e-19	4.303e-19	-18.421	-18.366	0.055	(0)
O (0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-45.537	-45.482	0.055	28.95
S (6)	2.492e-01					
SO4-2	1.247e-01	2.541e-02	-0.904	-1.595	-0.691	14.07
MgSO4	1.067e-01	1.211e-01	-0.972	-0.917	0.055	5.12
NaSO4-	8.525e-03	5.895e-03	-2.069	-2.229	-0.160	20.29
CaSO4	7.068e-03	8.025e-03	-2.151	-2.096	0.055	6.79
KSO4-	2.159e-03	1.493e-03	-2.666	-2.826	-0.160	34.12
LiSO4-	7.144e-05	4.861e-05	-4.146	-4.313	-0.167	(0)
MnSO4	2.101e-07	2.386e-07	-6.677	-6.622	0.055	30.96
HSO4-	8.507e-08	6.309e-08	-7.070	-7.200	-0.130	39.46
CaHSO4+	2.045e-09	1.517e-09	-8.689	-8.819	-0.130	(0)
Si	4.226e-04					
H4SiO4	4.208e-04	4.778e-04	-3.376	-3.321	0.055	53.67
H3SiO4-	1.759e-06	1.141e-06	-5.755	-5.943	-0.188	27.97
H2SiO4-2	3.363e-12	7.691e-13	-11.473	-12.114	-0.641	(0)
SiF6-2	2.764e-30	5.924e-31	-29.559	-30.227	-0.669	43.52

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 40, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Zaječickou tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví aragonit, kalcit, chalcedonit, dolomit, sádrovec, křemen a mastek a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 40 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Zaječická, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-0.17	-4.29	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	0.79	-7.47	-8.26	CaCO ₃
Calcite	0.94	-7.47	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.42	-3.31	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-0.59	33.57	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-1.46	-2.73	-1.27	CO ₂
Dolomite	2.97	-13.75	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fluorite	-1.20	-12.00	-10.80	CaF ₂
Gypsum	0.29	-4.30	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-22.95	-26.00	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-5.02	-3.46	1.56	NaCl
Hausmannite	-18.71	46.23	64.94	Mn ₃ O ₄
Manganite	-6.11	19.23	25.34	MnOOH
O ₂ (g)	-42.72	-45.48	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-7.43	7.77	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-13.23	30.68	43.91	MnO ₂ ·H ₂ O
Quartz	0.90	-3.31	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.84	-11.91	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	0.67	16.85	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-1.81	16.85	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
SiO ₂ (a)	-0.47	-3.31	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-4.95	-4.13	0.82	KCl
Talc	3.75	26.95	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro léčivý minerální zdroj Zaječická

- Léčivý minerální zdroj Zaječická je studená, velmi silně mineralizovaná, hořká, minerální voda typu Mg-SO₄
- Zaječická představuje svým chemickým složením na území České republiky velmi unikátní vodu, srovnatelnou pouze s vodou Šaratica.
- Její výjimečný chemismus je výsledkem oxidace pyritu při vzniku volné kyseliny sírové. Ta rozkládá vápenato hořečnaté karbonáty a uvolněný kyslíčnický uhlíčitý urychluje zvětrávací procesy.
- Celková mineralizace je velmi variabilní hodnotou a závisí na stupni ředění.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Aragonit, kalcit, chalcedonit, dolomit, sádrovec, křemen a mastek mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro léčivý minerální zdroj Zaječická

Berzelius, J. (1840): Das Saidschitzer Bitterwasser chimisch untersucht mit Bemerkungen über seine Heilkräfte.- Praha.

Dvořák, J. (1971): Geneze zaječické hořké vody.- MS Archiv Výzk. úst. balneol. Mariánské Lázně.

Dvořák, J. (1984): Hořké vody (hydrogeologie, geneze, zdroje, historie, využití). Balneol. Listy 12. Suppl.16.

Kačura, G. (1980): Minerální vody Severočeského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.

VINCENTKA

Studená, velmi silně mineralizovaná léčivá kyselka typu Na-HCO₃, Cl se zvýšeným obsahem jódu

Geneze léčivého minerálního zdroje Vincentka

Balená minerální voda Vincentka je jedním z mnoha pramenních vývěrů minerální vody v lázních Luhačovice na jižní Moravě. Všechny místní minerální vody mají totožnou genezi a s výjimkou tzv. sirného pramenu i velmi podobné chemické složení. Všechny prameny pocházejí z račanské jednotky magurského flyše litologicky tvořené střídáním málo propustných pískovců a jílovců.

Kysličník uhličitý magmatického původu stoupá po puklinových systémech a v různých hloubkách se ve flyšovém pásmu setkává s vysoce mineralizovanými, převážně fosilními živičnými vodami, které jsou v regionu karpatské předhlubně zcela běžné. Tyto vody jsou převážně typu Na-Cl se zvýšenými obsahy bromidů a jodidů. Při kontaktu s kysličníkem uhličitým vzniká kyselina uhličitá, která metamorfuje složení minerálních vod tím, že uvolňuje z okolních hornin sodík vázaný sorpčně na pelity, nebo který je v krystalické mřížce alumosilikátů. Tímto procesem narůstá zastoupení složky Na - HCO₃, která se stává dominantní složkou. Konečný stav chemického složení luhačovických minerálních vod se formuje v nejsvrchnějším horizontu a to ředěním mineralizované vody prostými vodami z kvartérního kolektoru. Tento finální proces tvorby minerálních vod představuje určité riziko zavlečení povrchové kontaminace. Z relativně nedávné minulosti jsou známi případy biologického znečištění.

Minerální voda Vincentka je jedinou v prostoru Luhačovic, která je plněna do lahví, všechny ostatní zdroje jsou využívány pro různé formy léčby přímo v místních lázních. Chemické složení všech těchto pramenů je si velmi podobné, rozdíly jsou pouze ve velikosti celkové mineralizace, která kolísá od 4,4 g/l (pramen U čítárny) do 13,8 g/l (pramen Elektra). Chemické složení a celková mineralizace závisí jednak na míře vlivu CO₂ a podílu fosilní solanky a recentní málo mineralizované mělké podzemní vody. Pro zachování jednotného chemismu a zabránění zavlečení povrchového znečištění využívá v současné době plnírna vrt Nová Vincentka, původní jímání vrtem Vincentka a Julejní je opuštěno.

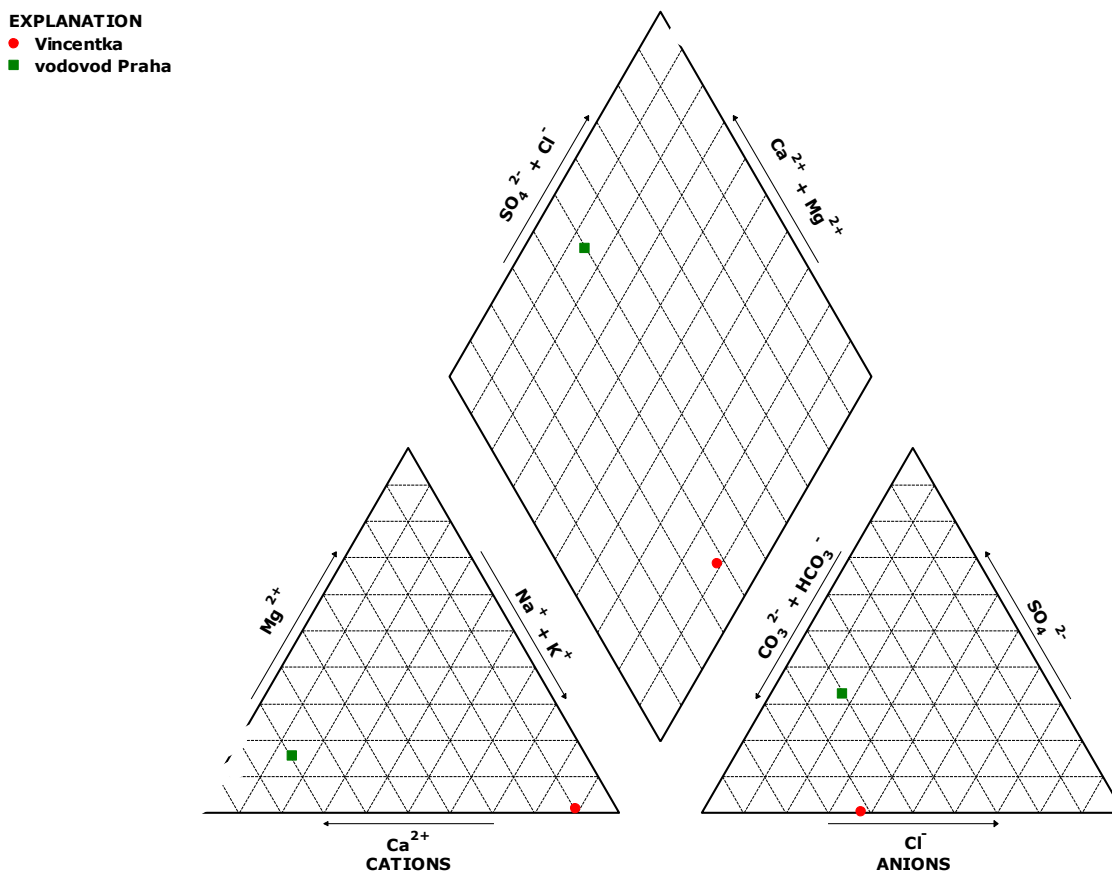
Luhačovické minerální léčivé vody se obecně využívají formou koupelí, pitné kúry, inhalací a peloidních koupelí. Léčebný účinek se projevuje u chronických katarů horních cest dýchacích, průdušek, astmatu při zánětech plic. Dále se luhačovické minerální vody používají u žaludečních disvegetativních poruch, u chronických žaludečních a duodenálních vředů, u neurovegetálních poruch v oblasti gastrointestinálního traktu, u cholecystitidy a cholecystopatií, u poresekčních stavů žaludku a žlučníku.

Zařazení chemického typu léčivého minerálního zdroje Vincentka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 15) je porovnán genetický typ léčivé minerální vody Vincentka s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Vincentka představuje

vodu po chemické stránce diametrálně odlišnou od vody pitné. Tuto odlišnost představuje výrazně zvýšená celková mineralizace, která řádově převyšuje obsah rozpuštěných látek v běžné pitné vodě. Zásadní rozdíl oproti běžné pitné vodě představují vzájemné poměry kationtů i aniontů. Zatímco u Vincentky převládá sodík při velmi nízkých obsazích vápníku, hořčíku, které jsou naopak dominantní v pražské pitné vodě. V případě aniontů jsou sice u Vincentky stejně jako v pražské pitné vodě převládající hydrogenkarbonáty, Vincetka se ale odlišuje významným zastoupením chloridů. Zvláštností jsou pochopitelně i zvýšené obsahy jódu.

Obrázek 15 Srovnání chemického typu léčivého minerálního zdroje Vincentka s pitnou vodou v Praze



Tabulka 41 Vybrané ukazatele léčivého minerálního zdroje Vincentka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	999	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,89	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	7 135	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	9,9	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	9,76	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	2 388	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	131	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	14,8	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,55	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	231	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	0,03	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 580	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	2,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	7,26	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,81	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	4 463	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	8,8	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	17,0	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	1 580	44,570	44,570	37,74
Hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻)	4 463	73,140	73,140	61,93
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	0,81	0,013	0,013	0,01
Sířany (SO ₄ ²⁻)	8,8	0,183	0,092	0,16
Fluoridy (F ⁻)	2,5	0,132	0,132	0,11
Jodidy (I ⁻)	7,26	0,057	0,057	0,05
Anionty celkem	6 062,370	118,095	118,004	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	9,9	0,549	0,549	0,45
Lithium (Li ⁺)	9,76	1,407	1,407	1,15
Sodík (Na ⁺)	2 388	103,871	103,871	85,18
Draslík (K ⁺)	131	3,350	3,350	2,75
Hořčík (Mg ²⁺)	14,8	1,217	0,609	1,00
Vápník (Ca ²⁺)	231	11,527	5,763	9,45
Mangan (Mn ²⁺)	0,55	0,020	0,010	0,02
Železo (Fe)	0,03	0,001	0,001	0,00
Kationty celkem	2 785,04	121,942	115,560	100
Iontově rozpuštěné látky	8 847,41		233,564	

Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Vincentka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Vincentka. Chyba rozboru dosahuje 1,68%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 42 je zřejmé, že v případě minerální vody Vincentka pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 42 Speciace roztoku léčivého minerálního zdroje Vincentka

Species	Molality	Log Activity	Log Molality	Log Activity	Log mole V	Gamma cm ³ /mol
H+	1.570e-07	1.288e-07	-6.804	-6.890	-0.086	0.00
OH-	3.028e-08	2.274e-08	-7.519	-7.643	-0.124	-4.62
H ₂ O	5.551e+01	9.957e-01	1.744	-0.002	0.000	18.02
C (4)	9.362e-02					
HCO ₃ ⁻	6.976e-02	5.443e-02	-1.156	-1.264	-0.108	23.75
CO ₂	1.990e-02	2.047e-02	-1.701	-1.689	0.012	33.66
NaHCO ₃	2.588e-03	2.662e-03	-2.587	-2.575	0.012	1.80
CaHCO ₃ ⁺	1.126e-03	8.873e-04	-2.949	-3.052	-0.103	9.09
MgHCO ₃ ⁺	1.472e-04	1.117e-04	-3.832	-3.952	-0.120	5.07
CO ₃ ⁻²	3.706e-05	1.374e-05	-4.431	-4.862	-0.431	-6.15
CaCO ₃	3.203e-05	3.294e-05	-4.494	-4.482	0.012	-14.66
NaCO ₃ ⁻	1.184e-05	9.175e-06	-4.927	-5.037	-0.111	-2.24
MnHCO ₃ ⁺	6.263e-06	4.852e-06	-5.203	-5.314	-0.111	(0)
(CO ₂) ₂	4.355e-06	4.480e-06	-5.361	-5.349	0.012	67.32
MgCO ₃	1.852e-06	1.905e-06	-5.732	-5.720	0.012	-17.07
MnCO ₃	1.061e-06	1.092e-06	-5.974	-5.962	0.012	(0)
FeHCO ₃ ⁺	1.340e-07	1.039e-07	-6.873	-6.984	-0.111	(0)
FeCO ₃	6.114e-09	6.288e-09	-8.214	-8.201	0.012	(0)
Ca	5.815e-03					
Ca ⁺²	4.650e-03	1.754e-03	-2.333	-2.756	-0.423	-17.78
CaHCO ₃ ⁺	1.126e-03	8.873e-04	-2.949	-3.052	-0.103	9.09
CaCO ₃	3.203e-05	3.294e-05	-4.494	-4.482	0.012	-14.66
CaSO ₄	6.921e-06	7.119e-06	-5.160	-5.148	0.012	6.79
CaOH ⁺	2.904e-09	2.251e-09	-8.537	-8.648	-0.111	(0)
CaHSO ₄ ⁺	6.450e-12	4.998e-12	-11.190	-11.301	-0.111	(0)
Cl	4.496e-02					
Cl ⁻	4.496e-02	3.403e-02	-1.347	-1.468	-0.121	17.63
MnCl ⁺	1.790e-07	1.386e-07	-6.747	-6.858	-0.111	-7.98
MnCl ₂	2.002e-09	2.059e-09	-8.699	-8.686	0.012	109.25
FeCl ⁺	1.156e-09	8.961e-10	-8.937	-9.048	-0.111	(0)
MnCl ₃ ⁻	2.491e-11	1.930e-11	-10.604	-10.715	-0.111	44.36
FeCl ₂ ⁺	1.238e-14	4.457e-15	-13.907	-14.351	-0.444	(0)

FeCl ₂ ⁺	1.443e-15	1.118e-15	-14.841	-14.952	-0.111	(0)
FeCl ₃	3.697e-18	3.803e-18	-17.432	-17.420	0.012	(0)
F	1.328e-04					
F ⁻	1.274e-04	9.563e-05	-3.895	-4.019	-0.124	-1.42
NaF	4.256e-06	4.377e-06	-5.371	-5.359	0.012	6.55
MgF ⁺	1.132e-06	8.684e-07	-5.946	-6.061	-0.115	-10.45
HF	1.383e-08	1.423e-08	-7.859	-7.847	0.012	11.64
MnF ⁺	8.542e-10	6.617e-10	-9.068	-9.179	-0.111	(0)
FeF ⁺	2.355e-11	1.825e-11	-10.628	-10.739	-0.111	(0)
HF ₂ ⁻	5.825e-12	4.514e-12	-11.235	-11.345	-0.111	21.35
FeF ₂ ⁺	3.471e-12	2.689e-12	-11.460	-11.570	-0.111	(0)
FeF ₂	2.366e-12	8.520e-13	-11.626	-12.070	-0.444	(0)
FeF ₃	3.755e-13	3.862e-13	-12.425	-12.413	0.012	(0)
SiF ₆ ⁻²	1.131e-24	4.073e-25	-23.947	-24.390	-0.444	42.22
Fe (2)	1.908e-07					
FeHCO ₃ ⁺	1.340e-07	1.039e-07	-6.873	-6.984	-0.111	(0)
Fe ⁺²	4.944e-08	1.908e-08	-7.306	-7.719	-0.413	-22.65
FeCO ₃	6.114e-09	6.288e-09	-8.214	-8.201	0.012	(0)
FeCl ⁺	1.156e-09	8.961e-10	-8.937	-9.048	-0.111	(0)
FeSO ₄	6.348e-11	6.529e-11	-10.197	-10.185	0.012	38.92
FeF ⁺	2.355e-11	1.825e-11	-10.628	-10.739	-0.111	(0)
FeOH ⁺	1.849e-11	1.433e-11	-10.733	-10.844	-0.111	(0)
Fe(OH) ₂	2.320e-16	2.386e-16	-15.635	-15.622	0.012	(0)
FeHSO ₄ ⁺	7.014e-17	5.435e-17	-16.154	-16.265	-0.111	(0)
Fe(OH) ₃ ⁻	7.574e-20	5.867e-20	-19.121	-19.232	-0.111	(0)
Fe (3)	3.512e-07					
Fe(OH) ₂ ⁺	2.539e-07	1.981e-07	-6.595	-6.703	-0.108	(0)
Fe(OH) ₃	9.636e-08	9.911e-08	-7.016	-7.004	0.012	(0)
Fe(OH) ₄ ⁻	4.746e-10	3.703e-10	-9.324	-9.431	-0.108	(0)
FeOH ₂	3.913e-10	1.409e-10	-9.407	-9.851	-0.444	(0)
FeF ₂ ⁺	3.471e-12	2.689e-12	-11.460	-11.570	-0.111	(0)
FeF ₂	2.366e-12	8.520e-13	-11.626	-12.070	-0.444	(0)
FeF ₃	3.755e-13	3.862e-13	-12.425	-12.413	0.012	(0)
Fe ⁺³	4.246e-14	7.156e-15	-13.372	-14.145	-0.773	(0)
FeCl ₂ ⁺	1.238e-14	4.457e-15	-13.907	-14.351	-0.444	(0)
FeSO ₄ ⁺	1.834e-15	1.421e-15	-14.737	-14.847	-0.111	(0)
FeCl ₂ ⁺	1.443e-15	1.118e-15	-14.841	-14.952	-0.111	(0)
Fe ₂ (OH) ₂ ⁺⁴	6.069e-17	1.027e-18	-16.217	-17.989	-1.772	(0)
FeCl ₃	3.697e-18	3.803e-18	-17.432	-17.420	0.012	(0)
Fe(SO ₄) ₂ ⁻	9.688e-19	7.508e-19	-18.014	-18.125	-0.111	(0)
Fe ₃ (OH) ₄ ⁺⁵	1.071e-19	1.825e-22	-18.970	-21.739	-2.768	(0)
FeHSO ₄ ⁺²	1.420e-21	5.121e-22	-20.848	-21.291	-0.443	(0)
H (0)	3.070e-31					
H ₂	1.535e-31	1.579e-31	-30.814	-30.802	0.012	28.63
K	3.380e-03					
K ⁺	3.380e-03	2.548e-03	-2.471	-2.594	-0.123	8.64
KSO ₄ ⁻	4.475e-07	3.492e-07	-6.349	-6.457	-0.108	33.79
Li	1.419e-03					
Li ⁺	1.419e-03	1.118e-03	-2.848	-2.951	-0.103	-0.67
LiSO ₄ ⁻	1.619e-07	1.254e-07	-6.791	-6.902	-0.111	(0)

Mg	6.142e-04					
Mg+2	4.633e-04	1.830e-04	-3.334	-3.738	-0.404	-20.59
MgHCO3+	1.472e-04	1.117e-04	-3.832	-3.952	-0.120	5.07
MgCO3	1.852e-06	1.905e-06	-5.732	-5.720	0.012	-17.07
MgF+	1.132e-06	8.684e-07	-5.946	-6.061	-0.115	-10.45
MgSO4	7.132e-07	7.335e-07	-6.147	-6.135	0.012	5.12
MgOH+	1.553e-09	1.233e-09	-8.809	-8.909	-0.100	(0)
Mn (2)	1.010e-05					
MnHCO3+	6.263e-06	4.852e-06	-5.203	-5.314	-0.111	(0)
Mn+2	2.591e-06	1.000e-06	-5.586	-6.000	-0.413	-18.47
MnCO3	1.061e-06	1.092e-06	-5.974	-5.962	0.012	(0)
MnCl+	1.790e-07	1.386e-07	-6.747	-6.858	-0.111	-7.98
MnSO4	3.286e-09	3.380e-09	-8.483	-8.471	0.012	30.96
MnCl2	2.002e-09	2.059e-09	-8.699	-8.686	0.012	109.25
MnF+	8.542e-10	6.617e-10	-9.068	-9.179	-0.111	(0)
MnOH+	7.078e-11	5.483e-11	-10.150	-10.261	-0.111	(0)
MnCl3-	2.491e-11	1.930e-11	-10.604	-10.715	-0.111	44.36
Mn (NO3) 2	3.833e-16	3.943e-16	-15.416	-15.404	0.012	46.00
Mn (OH) 3-	9.448e-21	7.319e-21	-20.025	-20.136	-0.111	(0)
Mn (3)	1.704e-25					
Mn+3	1.704e-25	2.872e-26	-24.769	-25.542	-0.773	(0)
N (-3)	5.537e-04					
NH4+	5.530e-04	4.048e-04	-3.257	-3.393	-0.135	17.52
NH3	5.692e-07	5.855e-07	-6.245	-6.232	0.012	23.51
NH4SO4-	1.729e-07	1.340e-07	-6.762	-6.873	-0.111	32.71
N (5)	1.318e-05					
NO3-	1.318e-05	9.777e-06	-4.880	-5.010	-0.130	27.94
Mn (NO3) 2	3.833e-16	3.943e-16	-15.416	-15.404	0.012	46.00
Na	1.048e-01					
Na+	1.022e-01	7.954e-02	-0.991	-1.099	-0.109	-2.01
NaHCO3	2.588e-03	2.662e-03	-2.587	-2.575	0.012	1.80
NaSO4-	1.187e-05	9.264e-06	-4.925	-5.033	-0.108	16.68
NaCO3-	1.184e-05	9.175e-06	-4.927	-5.037	-0.111	-2.24
NaF	4.256e-06	4.377e-06	-5.371	-5.359	0.012	6.55
NaOH	1.758e-19	1.809e-19	-18.755	-18.743	0.012	(0)
O (0)	2.577e-36					
O2	1.289e-36	1.325e-36	-35.890	-35.878	0.012	28.95
S (6)	9.242e-05					
SO4-2	7.213e-05	2.569e-05	-4.142	-4.590	-0.448	12.78
NaSO4-	1.187e-05	9.264e-06	-4.925	-5.033	-0.108	16.68
CaSO4	6.921e-06	7.119e-06	-5.160	-5.148	0.012	6.79
MgSO4	7.132e-07	7.335e-07	-6.147	-6.135	0.012	5.12
KSO4-	4.475e-07	3.492e-07	-6.349	-6.457	-0.108	33.79
NH4SO4-	1.729e-07	1.340e-07	-6.762	-6.873	-0.111	32.71
LiSO4-	1.619e-07	1.254e-07	-6.791	-6.902	-0.111	(0)
MnSO4	3.286e-09	3.380e-09	-8.483	-8.471	0.012	30.96
HSO4-	3.058e-10	2.370e-10	-9.515	-9.625	-0.111	39.15
FeSO4	6.348e-11	6.529e-11	-10.197	-10.185	0.012	38.92
CaHSO4+	6.450e-12	4.998e-12	-11.190	-11.301	-0.111	(0)
FeSO4+	1.834e-15	1.421e-15	-14.737	-14.847	-0.111	(0)

FeHSO4+	7.014e-17	5.435e-17	-16.154	-16.265	-0.111	(0)
Fe(SO4)2-	9.688e-19	7.508e-19	-18.014	-18.125	-0.111	(0)
FeHSO4+2	1.420e-21	5.121e-22	-20.848	-21.291	-0.443	(0)
Si	2.855e-04					
H4SiO4	2.852e-04	2.934e-04	-3.545	-3.533	0.012	53.67
H3SiO4-	2.484e-07	1.886e-07	-6.605	-6.724	-0.120	27.65
H2SiO4-2	9.228e-14	3.421e-14	-13.035	-13.466	-0.431	(0)
SiF6-2	1.131e-24	4.073e-25	-23.947	-24.390	-0.444	42.22

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 43, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro Vincentku tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví aragonit, kalcit, dolomit, hydroxid železitý, goethit, hematit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 43 Minerální fáze léčivého minerálního zdroje Vincentka, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K,	1 atm)	
Anhydrite	-3.22	-7.35	-4.12	CaSO4	
Aragonite	0.64	-7.62	-8.26	CaCO3	
Calcite	0.79	-7.62	-8.41	CaCO3	
Chalcedony	0.21	-3.53	-3.73	SiO2	
Chrysotile	-11.10	23.06	34.16	Mg3Si2O5(OH)4	
CO2(g)	-0.42	-1.69	-1.27	CO2	
Dolomite	0.51	-16.22	-16.72	CaMg(CO3)2	
Fe(OH)3(a)	1.63	6.52	4.89	Fe(OH)3	
Fluorite	0.00	-10.79	-10.80	CaF2	
Goethite	6.96	6.52	-0.44	FeOOH	
Gypsum	-2.76	-7.35	-4.59	CaSO4:2H2O	
H2(g)	-27.75	-30.80	-3.05	H2	
H2O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H2O	
Halite	-4.12	-2.57	1.56	NaCl	
Hausmannite	-13.89	51.05	64.94	Mn3O4	
Hematite	15.85	13.04	-2.81	Fe2O3	
Jarosite-K	-4.89	-12.88	-8.00	KFe3(SO4)2(OH)6	
Manganite	-3.70	21.64	25.34	MnOOH	
Melanterite	-9.91	-12.32	-2.41	FeSO4:7H2O	
NH3(g)	-8.36	-6.23	2.13	NH3	
O2(g)	-33.11	-35.88	-2.77	O2	
Pyrochroite	-7.42	7.78	15.20	Mn(OH)2	
Pyrolusite	-8.41	35.49	43.91	MnO2:H2O	
Quartz	0.68	-3.53	-4.21	SiO2	
Rhodochrosite	0.21	-10.86	-11.07	MnCO3	
Sepiolite	-6.69	9.49	16.18	Mg2Si3O7.5OH:3H2O	
Sepiolite(d)	-9.17	9.49	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O	
Siderite	-1.79	-12.58	-10.79	FeCO3	
SiO2(a)	-0.69	-3.53	-2.84	SiO2	
Sylvite	-4.88	-4.06	0.82	KCl	
Talc	-7.19	16.00	23.20	Mg3Si4O10(OH)2	

Závěr pro léčivý minerální zdroj Vincentka

- Léčivý minerální zdroj Vincentka je studená, velmi silně mineralizovaná léčivá kyselka typu Na-HCO₃, Cl se zvýšeným obsahem jódu.
- Vincentka představuje svým chemickým složením na území České republiky velmi unikátní léčivou vodu.
- Základ jejího výjimečného chemismu tvoří staré fosilní minerální vody typu Na-Cl se zvýšenými obsahy bromidů a jodidů. Tyto vody jsou však modifikovány CO₂ a dále ředěny.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Aragonit, kalcit, dolomit, hydroxid železitý, goethit, hematit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro léčivý minerální zdroj Vincentka

Květ, R., Kačura, G. (1976): Minerální vody Jihomoravského kraje. Ústř. Úst. Geol. Praha.

Nováková, D. (1999): Hydrogeologie území. In Muller, V. (ed.): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů 1:50 000 List 25-34 Luhačovice, 17 -32.- Čes. Geol. úst. Praha.

Kuklová, K. (1987): Prognóza chemického složení minerálních vod luhačovické zřídelní struktury v podmínkách hlubšího jímání. 23. Mezinár. Kongres lázeňské techniky SITH, 85 – 92.- Karlovy Vary.

Kuklová, K., Řezníček, V. (1996): Závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu. Luhačovice – BJ 303.- AQUA MINERA. Brno.

BALDOVSKÁ

Studená, silně mineralizovaná kyselka typu Ca, Mg - HCO₃

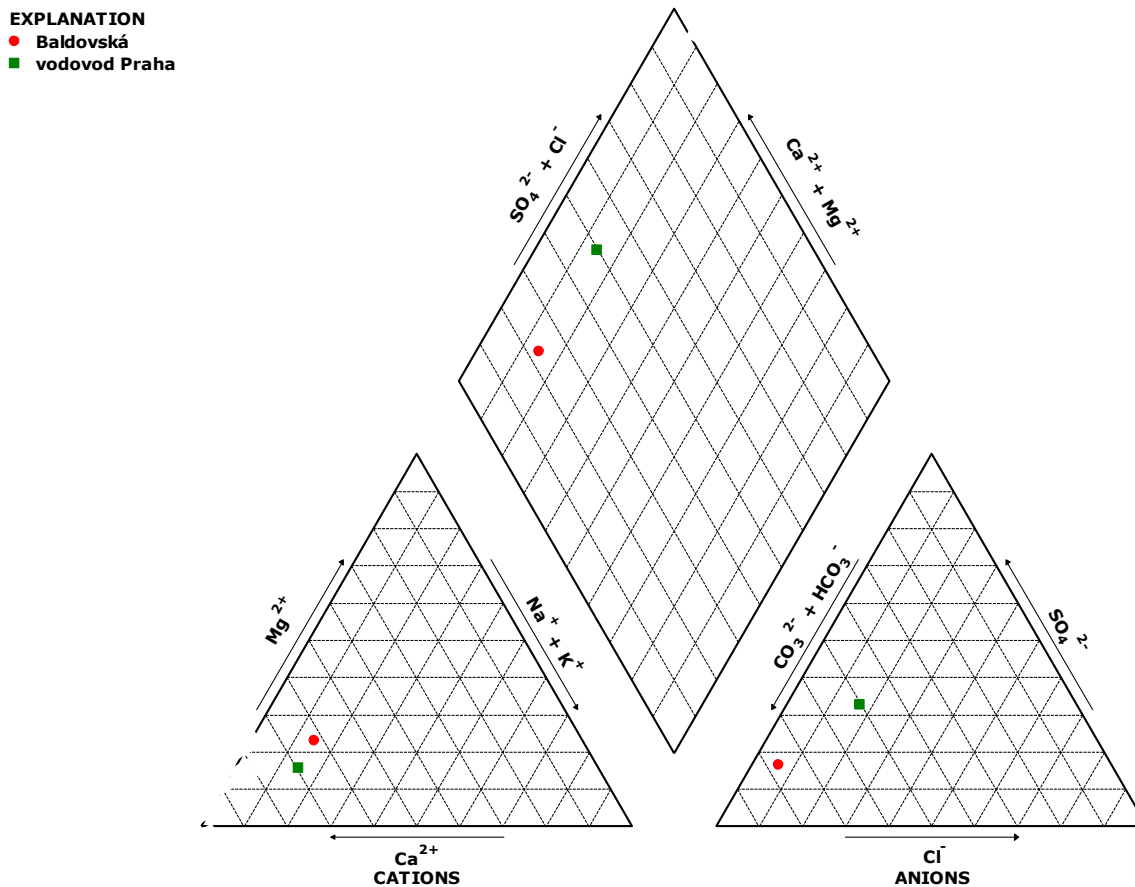
Geneze minerální vody Baldovská

Minerální vody vyvěrají v okolí travertinové kupy Sivá Brada v blízkosti obce Baldovce cca 10 km východně od Levoče. Na této lokalitě se setkáváme s různými typy minerálních vod, které se liší celkovou mineralizací, kolísající od cca 2 g/l až po více než 7 g/l. Vody s vyšší mineralizací jsou využívány pro místní léčebné lázeňské účely, pramen Deak a Polux slouží k výrobě balených vod. Se zvyšující se mineralizací se mění chemické složení, stoupá význam síranů, poměr mval HCO₃ : SO₄ stoupá až 2,1 (zatímco u balené minerální vody je tento poměr 4,8). V původní přírodní podobě má pramen Deak vysoké obsahy železa (až 8,8 mg/l), pro balenou vodu je však železo odstraňováno. Z dalších kovů je nutno upozornit na lithium, které má v současné době koncentrace 0,6 mg/l ale například v roce 1971 dosahovalo až obsahu 0,94 mg/l. Zajímavostí je, že balená přírodní minerální voda Baldovská byla distribuována na trhu před zhruba 40 lety v podobě výrazně mineralizovanější vody (5,6 g/l), která se více blížila léčebným vodám používaným při lázeňských procedurách.

Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Baldovská do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 16) je porovnán genetický typ minerální vody Baldovská s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Baldovská představuje vodu po chemické stránce lišící se od vody pitné spíše celkovou mineralizací, než vzájemným poměrem hlavních složek. Baldovská má celkovou mineralizaci přes 2 g/l, ale vzájemný poměr kationtů se převahou složky Ca-Mg je v relativních hodnotách prakticky identický jako v pražské pitné vodě. Zásadní rozdíl není ani v případě aniontů, kde jedinou odlišností je poněkud vyšší podíl na celkovém chemismu složky HCO₃ u Baldovské minerální vody.

Obrázek 16 Srovnání chemického typu minerální vody Baldovská s pitnou vodou v Praze



Tabulka 44 Vybrané ukazatele v minerální vodě Baldovská

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	246	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,43	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	1 698	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,51	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,60	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	94,0	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	21,4	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	86,0	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,11	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	387	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	0,02	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	71,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,65	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,020	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,3	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitan (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 490	DIN EN ISO 9963-1

Sírany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	249	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	24,7	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	71,2	2,008	2,008	6,34
Hydrogenuhličitan (HCO ₃ ⁻)	1 490	24,418	24,418	77,11
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	1,3	0,021	0,021	0,07
Sírany (SO ₄ ²⁻)	249	5,184	2,592	16,37
Fluoridy (F ⁻)	0,65	0,034	0,034	0,11
Jodidy (I ⁻)	0,020	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	1812,170	31,665	29,073	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,51	0,028	0,028	0,09
Lithium (Li ⁺)	0,60	0,086	0,086	0,28
Sodík (Na ⁺)	94,0	4,089	4,089	13,13
Draslík (K ⁺)	21,4	0,547	0,547	1,76
Hořčík (Mg ²⁺)	86,0	7,072	3,538	22,71
Vápník (Ca ²⁺)	387	19,311	9,656	62,02
Mangan (Mn ²⁺)	0,11	0,004	0,002	0,01
Železo (Fe)	0,02	0,001	0,000	0,00
Kationty celkem	589,64	31,138	17,946	100
Iontově rozpuštěné látky	2 401,81		47,019	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Baldovská programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Baldovská. Chyba rozboru dosahuje 0,97%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 45 je zřejmé, že v případě minerální vody Baldovská pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 45 Speciace roztoku minerální vody Baldovská

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	4.300e-07	3.715e-07	-6.367	-6.430	-0.063	0.00
OH-	9.558e-09	7.909e-09	-8.020	-8.102	-0.082	-4.83
H2O	5.551e+01	9.989e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C (4)	4.532e-02					
HCO3-	2.313e-02	1.947e-02	-1.636	-1.711	-0.075	23.40
CO2	2.085e-02	2.105e-02	-1.681	-1.677	0.004	33.66
CaHCO3+	8.846e-04	7.486e-04	-3.053	-3.126	-0.073	9.03
MgHCO3+	3.970e-04	3.301e-04	-3.401	-3.481	-0.080	5.01
NaHCO3	4.021e-05	4.060e-05	-4.396	-4.391	0.004	1.80
CaCO3	9.545e-06	9.636e-06	-5.020	-5.016	0.004	-14.66
(CO2) 2	4.694e-06	4.739e-06	-5.328	-5.324	0.004	67.32
CO3-2	3.389e-06	1.704e-06	-5.470	-5.768	-0.299	-6.74
MgCO3	1.933e-06	1.951e-06	-5.714	-5.710	0.004	-17.07
MnHCO3+	9.707e-07	8.147e-07	-6.013	-6.089	-0.076	(0)
FeHCO3+	1.883e-07	1.573e-07	-6.725	-6.803	-0.078	(0)
MnCO3	6.294e-08	6.355e-08	-7.201	-7.197	0.004	(0)
NaCO3-	5.806e-08	4.851e-08	-7.236	-7.314	-0.078	-2.72
FeCO3	3.272e-09	3.303e-09	-8.485	-8.481	0.004	(0)
Ca	9.679e-03					
Ca+2	8.210e-03	4.137e-03	-2.086	-2.383	-0.298	-18.03
CaHCO3+	8.846e-04	7.486e-04	-3.053	-3.126	-0.073	9.03
CaSO4	5.748e-04	5.803e-04	-3.240	-3.236	0.004	6.79
CaCO3	9.545e-06	9.636e-06	-5.020	-5.016	0.004	-14.66
CaOH+	2.209e-09	1.846e-09	-8.656	-8.734	-0.078	(0)
CaHSO4+	1.406e-09	1.175e-09	-8.852	-8.930	-0.078	(0)
Cl	2.013e-03					
Cl-	2.013e-03	1.671e-03	-2.696	-2.777	-0.081	17.51
MnCl+	3.806e-09	3.194e-09	-8.419	-8.496	-0.076	-8.03
FeCl+	2.230e-10	1.863e-10	-9.652	-9.730	-0.078	(0)
MnCl2	2.307e-12	2.330e-12	-11.637	-11.633	0.004	109.25
MnCl3-	1.277e-15	1.072e-15	-14.894	-14.970	-0.076	44.08
FeCl+2	2.002e-18	9.929e-19	-17.699	-18.003	-0.304	(0)
FeCl2+	1.457e-20	1.222e-20	-19.837	-19.913	-0.076	(0)
FeCl3	2.023e-24	2.042e-24	-23.694	-23.690	0.004	(0)
F	3.430e-05					
F-	3.187e-05	2.637e-05	-4.497	-4.579	-0.082	-1.54
MgF+	2.366e-06	1.977e-06	-5.626	-5.704	-0.078	-10.51
NaF	5.095e-08	5.144e-08	-7.293	-7.289	0.004	6.55
HF	1.121e-08	1.131e-08	-7.951	-7.946	0.004	11.64
MnF+	1.020e-10	8.562e-11	-9.991	-10.067	-0.076	(0)
FeF+	2.550e-11	2.130e-11	-10.594	-10.672	-0.078	(0)
HF2-	1.184e-12	9.897e-13	-11.926	-12.005	-0.078	21.23
FeF+2	2.149e-15	1.066e-15	-14.668	-14.972	-0.304	(0)
FeF2+	1.105e-15	9.274e-16	-14.957	-15.033	-0.076	(0)
FeF3	3.638e-17	3.673e-17	-16.439	-16.435	0.004	(0)
SiF6-2	3.494e-26	1.733e-26	-25.457	-25.761	-0.304	41.74
Fe (2)	3.588e-07					
FeHCO3+	1.883e-07	1.573e-07	-6.725	-6.803	-0.078	(0)
Fe+2	1.575e-07	8.079e-08	-6.803	-7.093	-0.290	-22.91
FeSO4	9.466e-09	9.557e-09	-8.024	-8.020	0.004	38.92

FeCO ₃	3.272e-09	3.303e-09	-8.485	-8.481	0.004	(0)
FeCl ⁺	2.230e-10	1.863e-10	-9.652	-9.730	-0.078	(0)
FeF ⁺	2.550e-11	2.130e-11	-10.594	-10.672	-0.078	(0)
FeOH ⁺	2.514e-11	2.110e-11	-10.600	-10.676	-0.076	(0)
FeHSO ₄ ⁺	2.746e-14	2.295e-14	-13.561	-13.639	-0.078	(0)
Fe(OH) ₂	1.211e-16	1.222e-16	-15.917	-15.913	0.004	(0)
Fe(OH) ₃ ⁻	1.246e-20	1.046e-20	-19.905	-19.981	-0.076	(0)
Fe(3)	1.484e-10					
Fe(OH) ₂ ⁺	1.292e-10	1.088e-10	-9.889	-9.964	-0.075	(0)
Fe(OH) ₃	1.874e-11	1.892e-11	-10.727	-10.723	0.004	(0)
FeOH ₂	4.484e-13	2.224e-13	-12.348	-12.653	-0.304	(0)
Fe(OH) ₄ ⁻	2.921e-14	2.459e-14	-13.535	-13.609	-0.075	(0)
FeF ₂	2.149e-15	1.066e-15	-14.668	-14.972	-0.304	(0)
FeF ₂ ⁺	1.105e-15	9.274e-16	-14.957	-15.033	-0.076	(0)
FeSO ₄ ⁺	2.656e-16	2.229e-16	-15.576	-15.652	-0.076	(0)
Fe ⁺³	1.210e-16	3.247e-17	-15.917	-16.489	-0.571	(0)
FeF ₃	3.638e-17	3.673e-17	-16.439	-16.435	0.004	(0)
Fe(SO ₄) ₂ ⁻	4.872e-18	4.071e-18	-17.312	-17.390	-0.078	(0)
FeCl ₂ ⁺	2.002e-18	9.929e-19	-17.699	-18.003	-0.304	(0)
FeCl ₂ ⁺	1.457e-20	1.222e-20	-19.837	-19.913	-0.076	(0)
FeHSO ₄ ₂	4.753e-22	2.316e-22	-21.323	-21.635	-0.312	(0)
Fe ₂ (OH) ₂ ₄	4.534e-23	2.557e-24	-22.343	-23.592	-1.249	(0)
FeCl ₃	2.023e-24	2.042e-24	-23.694	-23.690	0.004	(0)
Fe ₃ (OH) ₄ ₅	2.230e-29	2.496e-31	-28.652	-30.603	-1.951	(0)
H(0)	2.266e-24					
H ₂	1.133e-24	1.144e-24	-23.946	-23.942	0.004	28.63
K	5.486e-04					
K ⁺	5.461e-04	4.525e-04	-3.263	-3.344	-0.082	8.53
KSO ₄ ⁻	2.545e-06	2.143e-06	-5.594	-5.669	-0.075	33.67
Li	8.668e-05					
Li ⁺	8.634e-05	7.307e-05	-4.064	-4.136	-0.073	-0.78
LiSO ₄ ⁻	3.375e-07	2.832e-07	-6.472	-6.548	-0.076	(0)
Mg	3.546e-03					
Mg ⁺²	2.937e-03	1.511e-03	-2.532	-2.821	-0.289	-20.83
MgHCO ₃ ⁺	3.970e-04	3.301e-04	-3.401	-3.481	-0.080	5.01
MgSO ₄	2.074e-04	2.094e-04	-3.683	-3.679	0.004	5.12
MgF ⁺	2.366e-06	1.977e-06	-5.626	-5.704	-0.078	-10.51
MgCO ₃	1.933e-06	1.951e-06	-5.714	-5.710	0.004	-17.07
MgOH ⁺	4.170e-09	3.542e-09	-8.380	-8.451	-0.071	(0)
Mn(2)	2.007e-06					
MnHCO ₃ ⁺	9.707e-07	8.147e-07	-6.013	-6.089	-0.076	(0)
Mn ⁺²	9.152e-07	4.694e-07	-6.038	-6.328	-0.290	-19.35
MnCO ₃	6.294e-08	6.355e-08	-7.201	-7.197	0.004	(0)
MnSO ₄	5.431e-08	5.483e-08	-7.265	-7.261	0.004	30.96
MnCl ⁺	3.806e-09	3.194e-09	-8.419	-8.496	-0.076	-8.03
MnF ⁺	1.020e-10	8.562e-11	-9.991	-10.067	-0.076	(0)
MnOH ⁺	1.067e-11	8.951e-12	-10.972	-11.048	-0.076	(0)
MnCl ₂	2.307e-12	2.330e-12	-11.637	-11.633	0.004	109.25
MnCl ₃ ⁻	1.277e-15	1.072e-15	-14.894	-14.970	-0.076	44.08
Mn(NO ₃) ₂	5.738e-16	5.793e-16	-15.241	-15.237	0.004	46.00
Mn(OH) ₃ ⁻	1.723e-22	1.446e-22	-21.764	-21.840	-0.076	(0)
Mn(3)	5.381e-29					
Mn ⁺³	5.381e-29	1.444e-29	-28.269	-28.840	-0.571	(0)
N(5)	2.102e-05					
NO ₃ ⁻	2.102e-05	1.730e-05	-4.677	-4.762	-0.085	27.80

Mn(NO ₃) ₂	5.738e-16	5.793e-16	-15.241	-15.237	0.004	46.00
Na	4.099e-03					
Na ⁺	4.042e-03	3.390e-03	-2.393	-2.470	-0.076	-2.23
NaHCO ₃	4.021e-05	4.060e-05	-4.396	-4.391	0.004	1.80
NaSO ₄ ⁻	1.621e-05	1.365e-05	-4.790	-4.865	-0.075	15.39
NaCO ₃ ⁻	5.806e-08	4.851e-08	-7.236	-7.314	-0.078	-2.72
NaF	5.095e-08	5.144e-08	-7.293	-7.289	0.004	6.55
NaOH	2.656e-21	2.681e-21	-20.576	-20.572	0.004	(0)
O(0)	0.000e+00					
O ₂	0.000e+00	0.000e+00	-49.599	-49.595	0.004	28.95
S(6)	2.598e-03					
SO ₄ ⁻²	1.797e-03	8.880e-04	-2.745	-3.052	-0.306	12.30
CaSO ₄	5.748e-04	5.803e-04	-3.240	-3.236	0.004	6.79
MgSO ₄	2.074e-04	2.094e-04	-3.683	-3.679	0.004	5.12
NaSO ₄ ⁻	1.621e-05	1.365e-05	-4.790	-4.865	-0.075	15.39
KSO ₄ ⁻	2.545e-06	2.143e-06	-5.594	-5.669	-0.075	33.67
LiSO ₄ ⁻	3.375e-07	2.832e-07	-6.472	-6.548	-0.076	(0)
MnSO ₄	5.431e-08	5.483e-08	-7.265	-7.261	0.004	30.96
HSO ₄ ⁻	2.827e-08	2.362e-08	-7.549	-7.627	-0.078	39.03
FeSO ₄	9.466e-09	9.557e-09	-8.024	-8.020	0.004	38.92
CaHSO ₄ ⁺	1.406e-09	1.175e-09	-8.852	-8.930	-0.078	(0)
FeHSO ₄ ⁺	2.746e-14	2.295e-14	-13.561	-13.639	-0.078	(0)
FeSO ₄ ⁺	2.656e-16	2.229e-16	-15.576	-15.652	-0.076	(0)
Fe(SO ₄) ₂ ⁻	4.872e-18	4.071e-18	-17.312	-17.390	-0.078	(0)
FeHSO ₄ ⁺ 2	4.753e-22	2.316e-22	-21.323	-21.635	-0.312	(0)
Si	4.121e-04					
H ₄ SiO ₄	4.120e-04	4.159e-04	-3.385	-3.381	0.004	53.67
H ₃ SiO ₄ ⁻	1.115e-07	9.272e-08	-6.953	-7.033	-0.080	27.53
H ₂ SiO ₄ ⁻²	1.159e-14	5.831e-15	-13.936	-14.234	-0.299	(0)
SiF ₆ ⁻²	3.494e-26	1.733e-26	-25.457	-25.761	-0.304	41.74

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 46, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro minerální vodu Baldovská tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit, goethit, hematit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 46 Minerální fáze minerální vody Baldovská, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-1.31	-5.43	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	0.10	-8.15	-8.26	CaCO ₃
Calcite	0.26	-8.15	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.35	-3.38	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-10.80	23.36	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.41	-1.68	-1.27	CO ₂
Dolomite	-0.02	-16.74	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	-2.09	2.80	4.89	Fe(OH) ₃
Fluorite	-0.74	-11.54	-10.80	CaF ₂
Goethite	3.24	2.80	-0.44	FeOOH
Gypsum	-0.84	-5.44	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.89	-23.94	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-6.80	-5.25	1.56	NaCl

Hausmannite	-24.49	40.45	64.94	Mn ₃ O ₄
Hematite	8.41	5.60	-2.81	Fe ₂ O ₃
Jarosite-K	-12.34	-20.34	-8.00	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Manganite	-8.38	16.96	25.34	MnOOH
Melanterite	-7.74	-10.15	-2.41	FeSO ₄ ·7H ₂ O
O ₂ (g)	-46.83	-49.59	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.67	6.53	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-16.52	27.39	43.91	MnO ₂ ·H ₂ O
Quartz	0.83	-3.38	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-1.02	-12.10	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-6.24	9.94	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite (d)	-8.72	9.94	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-2.07	-12.86	-10.79	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.54	-3.38	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-6.94	-6.12	0.82	KCl
Talc	-6.60	16.60	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Baldovská

- Baldovská je studená, silně mineralizovaná kyselka typu Ca, Mg-HCO₃.
- Základ jejího chemismu se tvoří v travertinu.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit, goethit, hematit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Baldovská

- Franko, O. (2000): Pôvod CO₂, H₂S a SO₄ v minerálnych a termálnych vodách Západných Karpát z pohľadu stálych izotopov a horninového prostredia. Podzemná voda. VI. 2. 1 02-1 13.
- Franko, O., Melioris, L. (2000): Minerálne a termálne vody Slovenska - vznik a rozšírenie. Podzemná voda. VI. 1. 5 - 28.
- Remšík, A. – Fendek, M. – Maďar, D. (2005) Výskyt a rozšírenie geotermálnych vôd v Liptovskej kotline. Mineralia Slovaca, Vol. 37, No. 2, pp. 123-130
- Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarik, J., Zeman, J. (1977): Minerálne vody Slovenska, Balneografia a krenografia. Osveta.

BUDIŠ

Studená, silně mineralizovaná, alkalicko-zemité kyselka typu Na, Ca – HCO₃

Geneze minerální vody Budiš

Přírodní minerální voda Budiš vyvěrá v Gaderské dolině nedaleko Turčanských lázní, s místní termální vodou však nemá mnoho společného. Budiš je v první řadě studená kyselka přechodného alkalicko-zemitého typu. Svým složením připomíná českou minerální vodu Bílinská kyselka, od které se ale liší nižší celkovou mineralizací. Budiš je sice rovněž vodou do značné míry alkalickou, převaha iontu Na však u slovenské minerální vody není tak dominantní jako u Bílinské kyselky. Její přechodný typ způsobuje vyšší zastoupení iontu vápníku.

Z genetického hlediska se jedná o minerální vodu poměrně složitěho původu. Na výsledném chemickém složení se totiž podílejí dva odlišné typy vod. Základ tvoří minerální voda, která se tvoří v krystaliniku a mezozoických vápencích pohoří Žiar a Malá Fatra situovaných jihozápadně od vývěrové oblasti. Zde je minerální voda sycena juvenilním kyslíčkem uhličitým a vystupuje do nadložních neogenních sedimentů, kde formuje svůj konečný charakter. Kombinace těchto odlišných prostředí je vysvětlení přechodného chemického typu minerální vody Budiš. Aby se zabránilo ředění minerální vody v kvartérním fluvialním kolektoru, ve kterém původně Budiš přirozeně vyvěrala ve formě pramenních vývěrů, je v současné době odběr zajištěn jediným jímacím vrtem označeným B-6.

Přestože minerální voda Budiš spadá do kategorie přírodní minerální voda, lze ji využívat i k léčebným praktikám. Konkrétně má tato minerální voda stimulační účinek na sekreci žaludeční šťávy a neutralizuje její účinek. Dále snižuje záněty žlučových cest, a má protialergický účinek.

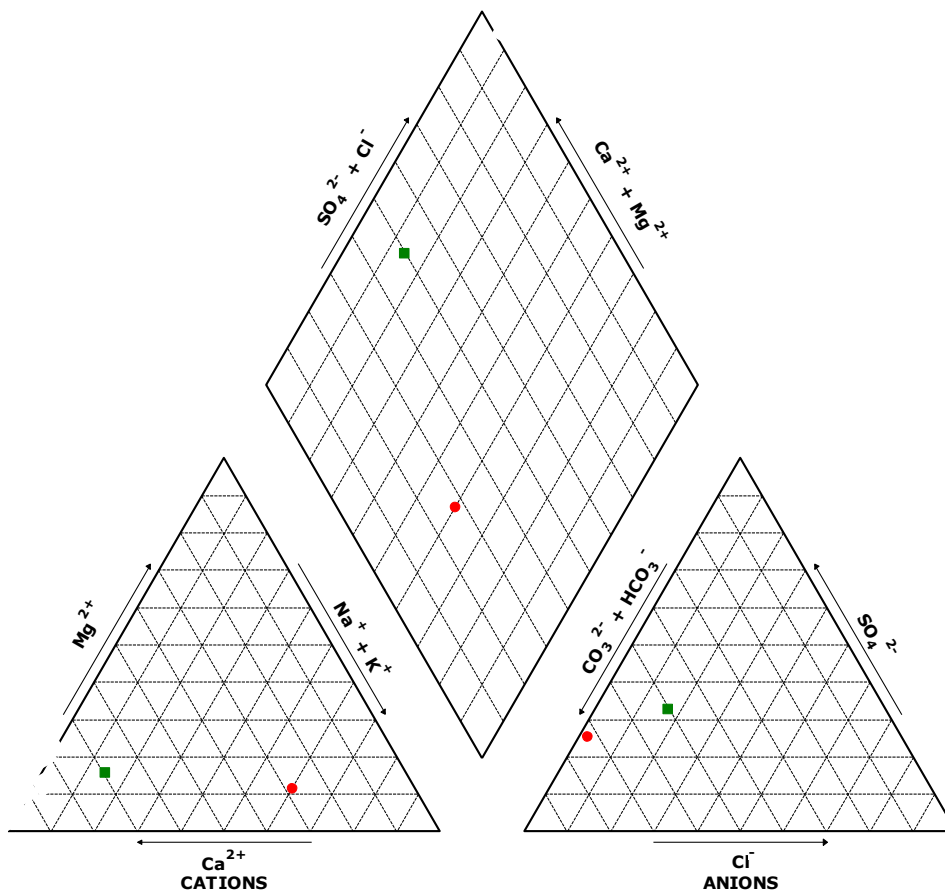
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Budiš do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 17) je porovnán genetický typ minerální vody Budiš s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Budiš představuje vodu po chemické stránce diametrálně odlišnou od vody pitné. Liší se zvýšenou celkovou mineralizací, na které se podílí dominantní sodík ve vazbě na hydrogenkarbonáty. Zatímco v případě kationtů je odlišnost minerální vody od běžné pitné velmi výrazná (sodík je u pražské vody zastoupen poměrně okrajovým způsobem), v případě aniontů již rozdíl není příliš významný. Odlišnost spočívá pouze v mírně odlišném vzájemném poměru síranů a hydrogenkarbonátů.

Obrázek 17 Srovnání chemického typu minerální vody Budiš s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Budiš
- vodovod Praha



Tabulka 47 Vybrané ukazatele v minerální vodě Budiš

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $mS.m^{-1}$)	225	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,36	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $mg.l^{-1}$)	1 488	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $mg.l^{-1}$)	0,09	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $mg.l^{-1}$)	0,27	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $mg.l^{-1}$)	351	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $mg.l^{-1}$)	38,6	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	36,9	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	0,11	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $mg.l^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	154	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $mg.l^{-1}$)	0,011	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $mg.l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $mg.l^{-1}$)	19,6	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $mg.l^{-1}$)	2,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $mg.l^{-1}$)	0,024	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $mg.l^{-1}$)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $mg.l^{-1}$)	1,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)

Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 180	DIN EN ISO 9963-1
Sírany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	323	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	58,7	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	19,6	0,553	0,553	2,07
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	1 180	19,338	19,338	72,31
Dusitaný (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnaný (NO ₃ ⁻)	1,1	0,018	0,018	0,07
Sírany (SO ₄ ²⁻)	323	6,725	3,362	25,14
Fluoridy (F ⁻)	2,1	0,111	0,111	0,41
Jodidy (I ⁻)	0,024	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	1 525,824	26,745	23,382	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,09	0,005	0,005	0,02
Lithium (Li ⁺)	0,27	0,039	0,039	0,15
Sodík (Na ⁺)	351	15,268	15,268	56,50
Draslík (K ⁺)	38,6	0,987	0,987	3,65
Hořčík (Mg ²⁺)	36,9	3,035	1,518	11,23
Vápník (Ca ²⁺)	154	7,685	3,842	28,44
Mangan (Mn ²⁺)	0,11	0,004	0,002	0,01
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	580,97	27,023	21,661	100
Iontově rozpuštěné látky	2 106,794		45,043	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Budiš programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Budiš. Chyba rozboru dosahuje 0,55%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 48 je zřejmé, že v případě minerální vody Budiš pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 48 Speciace roztoku minerální vody Budiš

Species	Molality	Activity	Log Molality	Log Activity	Log Gamma	mole V cm ³ /mol
H+	4.996e-07	4.365e-07	-6.301	-6.360	-0.059	0.00
OH-	7.987e-09	6.731e-09	-8.098	-8.172	-0.074	-4.86
H2O	5.551e+01	9.989e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C (4)	3.965e-02					
CO2	2.027e-02	2.042e-02	-1.693	-1.690	0.003	33.66
HCO3-	1.880e-02	1.608e-02	-1.726	-1.794	-0.068	23.36
CaHCO3+	2.952e-04	2.534e-04	-3.530	-3.596	-0.066	9.02
MgHCO3+	1.422e-04	1.204e-04	-3.847	-3.920	-0.073	5.00
NaHCO3	1.261e-04	1.270e-04	-3.899	-3.896	0.003	1.80
(CO2) 2	4.427e-06	4.460e-06	-5.354	-5.351	0.003	67.32
CaCO3	2.756e-06	2.777e-06	-5.560	-5.556	0.003	-14.66
CO3-2	2.241e-06	1.198e-06	-5.650	-5.922	-0.272	-6.83
MnHCO3+	8.860e-07	7.555e-07	-6.053	-6.122	-0.069	(0)
MgCO3	6.011e-07	6.056e-07	-6.221	-6.218	0.003	-17.07
NaCO3-	1.521e-07	1.292e-07	-6.818	-6.889	-0.071	-2.78
MnCO3	4.979e-08	5.016e-08	-7.303	-7.300	0.003	(0)
Ca	3.851e-03					
Ca+2	3.170e-03	1.696e-03	-2.499	-2.771	-0.272	-18.08
CaSO4	3.829e-04	3.858e-04	-3.417	-3.414	0.003	6.79
CaHCO3+	2.952e-04	2.534e-04	-3.530	-3.596	-0.066	9.02
CaCO3	2.756e-06	2.777e-06	-5.560	-5.556	0.003	-14.66
CaHSO4+	1.081e-09	9.178e-10	-8.966	-9.037	-0.071	(0)
CaOH+	7.587e-10	6.442e-10	-9.120	-9.191	-0.071	(0)
Cl	5.540e-04					
Cl-	5.540e-04	4.680e-04	-3.256	-3.330	-0.073	17.49
MnCl+	1.179e-09	1.005e-09	-8.929	-8.998	-0.069	-8.04
MnCl2	2.038e-13	2.054e-13	-12.691	-12.687	0.003	109.25
MnCl3-	3.105e-17	2.647e-17	-16.508	-16.577	-0.069	44.04
F	1.108e-04					
F-	1.066e-04	8.982e-05	-3.972	-4.047	-0.074	-1.56
MgF+	3.500e-06	2.974e-06	-5.456	-5.527	-0.071	-10.52
NaF	6.589e-07	6.638e-07	-6.181	-6.178	0.003	6.55
HF	4.495e-08	4.528e-08	-7.347	-7.344	0.003	11.64
MnF+	3.842e-10	3.276e-10	-9.415	-9.485	-0.069	(0)
HF2-	1.589e-11	1.349e-11	-10.799	-10.870	-0.071	21.21
SiF6-2	2.314e-22	1.223e-22	-21.636	-21.913	-0.277	41.66
H (0)	3.134e-24					
H2	1.567e-24	1.579e-24	-23.805	-23.802	0.003	28.63
K	9.893e-04					
K+	9.819e-04	8.284e-04	-3.008	-3.082	-0.074	8.51
KSO4-	7.440e-06	6.362e-06	-5.128	-5.196	-0.068	33.65
Li	3.899e-05					
Li+	3.875e-05	3.327e-05	-4.412	-4.478	-0.066	-0.80
LiSO4-	2.452e-07	2.091e-07	-6.610	-6.680	-0.069	(0)
Mg	1.521e-03					
Mg+2	1.226e-03	6.671e-04	-2.912	-3.176	-0.264	-20.88
MgSO4	1.488e-04	1.499e-04	-3.827	-3.824	0.003	5.12
MgHCO3+	1.422e-04	1.204e-04	-3.847	-3.920	-0.073	5.00
MgF+	3.500e-06	2.974e-06	-5.456	-5.527	-0.071	-10.52
MgCO3	6.011e-07	6.056e-07	-6.221	-6.218	0.003	-17.07

MgOH+	1.546e-09	1.331e-09	-8.811	-8.876	-0.065	(0)
Mn (2)	2.007e-06					
Mn+2	9.701e-07	5.272e-07	-6.013	-6.278	-0.265	-19.54
MnHCO3+	8.860e-07	7.555e-07	-6.053	-6.122	-0.069	(0)
MnSO4	9.912e-08	9.986e-08	-7.004	-7.001	0.003	30.96
MnCO3	4.979e-08	5.016e-08	-7.303	-7.300	0.003	(0)
MnCl+	1.179e-09	1.005e-09	-8.929	-8.998	-0.069	-8.04
MnF+	3.842e-10	3.276e-10	-9.415	-9.485	-0.069	(0)
MnOH+	1.004e-11	8.557e-12	-10.998	-11.068	-0.069	(0)
MnCl2	2.038e-13	2.054e-13	-12.691	-12.687	0.003	109.25
Mn (NO3) 2	4.804e-16	4.840e-16	-15.318	-15.315	0.003	46.00
MnCl3-	3.105e-17	2.647e-17	-16.508	-16.577	-0.069	44.04
Mn (OH) 3-	1.174e-22	1.001e-22	-21.930	-21.999	-0.069	(0)
Mn (3)	5.463e-29					
Mn+3	5.463e-29	1.622e-29	-28.263	-28.790	-0.527	(0)
N (-3)	5.000e-06					
NH4+	4.909e-06	4.101e-06	-5.309	-5.387	-0.078	17.40
NH4SO4-	8.959e-08	7.607e-08	-7.048	-7.119	-0.071	32.17
NH3	1.738e-09	1.751e-09	-8.760	-8.757	0.003	23.51
N (5)	1.778e-05					
NO3-	1.778e-05	1.492e-05	-4.750	-4.826	-0.076	27.78
Mn (NO3) 2	4.804e-16	4.840e-16	-15.318	-15.315	0.003	46.00
Na	1.530e-02					
Na+	1.508e-02	1.284e-02	-1.822	-1.891	-0.070	-2.26
NaHCO3	1.261e-04	1.270e-04	-3.899	-3.896	0.003	1.80
NaSO4-	9.806e-05	8.385e-05	-4.009	-4.076	-0.068	15.18
NaF	6.589e-07	6.638e-07	-6.181	-6.178	0.003	6.55
NaCO3-	1.521e-07	1.292e-07	-6.818	-6.889	-0.071	-2.78
NaOH	8.582e-21	8.646e-21	-20.066	-20.063	0.003	(0)
O (0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-49.878	-49.875	0.003	28.95
S (6)	3.370e-03					
SO4-2	2.732e-03	1.440e-03	-2.564	-2.842	-0.278	12.22
CaSO4	3.829e-04	3.858e-04	-3.417	-3.414	0.003	6.79
MgSO4	1.488e-04	1.499e-04	-3.827	-3.824	0.003	5.12
NaSO4-	9.806e-05	8.385e-05	-4.009	-4.076	-0.068	15.18
KSO4-	7.440e-06	6.362e-06	-5.128	-5.196	-0.068	33.65
LiSO4-	2.452e-07	2.091e-07	-6.610	-6.680	-0.069	(0)
MnSO4	9.912e-08	9.986e-08	-7.004	-7.001	0.003	30.96
NH4SO4-	8.959e-08	7.607e-08	-7.048	-7.119	-0.071	32.17
HSO4-	5.300e-08	4.500e-08	-7.276	-7.347	-0.071	39.01
CaHSO4+	1.081e-09	9.178e-10	-8.966	-9.037	-0.071	(0)
Si	9.791e-04					
H4SiO4	9.789e-04	9.862e-04	-3.009	-3.006	0.003	53.67
H3SiO4-	2.211e-07	1.871e-07	-6.655	-6.728	-0.073	27.51
H2SiO4-2	1.873e-14	1.001e-14	-13.727	-13.999	-0.272	(0)
SiF6-2	2.314e-22	1.223e-22	-21.636	-21.913	-0.277	41.66

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 49, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro minerální vodu Budiš tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 49 Minerální fáze minerální vody Budiš vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-1.49	-5.61	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.44	-8.69	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-0.28	-8.69	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.73	-3.01	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-11.54	22.62	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.42	-1.69	-1.27	CO ₂
Dolomite	-1.07	-17.79	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fluorite	-0.07	-10.86	-10.80	CaF ₂
Gypsum	-1.02	-5.61	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.75	-23.80	-3.05	H ₂
H ₂ O (g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-6.78	-5.22	1.56	NaCl
Hausmannite	-24.89	40.04	64.94	Mn ₃ O ₄
Manganite	-8.54	16.80	25.34	MnOOH
NH ₃ (g)	-10.89	-8.76	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-47.11	-49.87	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.76	6.44	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-16.75	27.16	43.91	MnO ₂ ·H ₂ O
Quartz	1.21	-3.01	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-1.13	-12.20	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-6.10	10.07	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite (d)	-8.59	10.07	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
SiO ₂ (a)	-0.16	-3.01	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-7.23	-6.41	0.82	KCl
Talc	-6.59	16.61	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Budiš

- Budiš je studená, silně mineralizovaná, alkalicko-zemité kyselka typu Na, Ca – HCO₃.
- Budiš připomíná svým složením Bílinskou kyselku, je však přechodového alkalicko-zemitého typu s nižší mineralizací. Její přechodný typ způsobuje vyšší zastoupení iontu vápníku.
- Základ jejího chemismu tvoří vody z podložního krystalinika a vápenců, které se modifikují rozptýlením v nadložních neogenních sedimentech.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Budiš

- Franko, O., Gazda, S. Michalíček, (1975). Tvorba a klasifikácia minerálních vod Západných Karpát.- geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Franko, O., Zakovič, M. (1980): Rekognoscácia minerálních prameňov SSR.- Geofond. Bratislava.
- Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarik, J., Zeman, J. (1977): Minerálne vody Slovenska, Balneografia a krenografia. Osveta.

Tkáčik, P. a kol. (1974) Zhodnotenie prameňov minerálných vod Západných Karpát a ich ochrana.- Geofond. Bratislava.

FATRA

Silně mineralizovaná léčivá ryzí alkalická kyselka typu Na – HCO₃

Geneze minerální vody Fatra

Alkalická kyselka Fatra je jímána 170 metrů hlubokým vrtem nedaleko Turčianského Martina. Svým chemickým složením se jedná o téměř identickou minerální vodu jako je česká Bílinská kyselka, slovenská minerální voda však má vyšší celkovou mineralizaci, která na vývěru přesahuje 12 g/l. Geneticky pochází z granitového masívu, který představuje v hloubce cca 400 metrů pod terénem podloží paleogenním sedimentům. Ty jsou tvořeny střídáním jemnozrnných písků, které představují jímaný kolektor v hloubkovém intervalu 93 – 165 metrů pod terénem. Zde se minerální voda Fatra rozptyluje, pomalu se protlačuje z pískovcového obzoru. Kolektorské polohy jsou sevřené jílovito-slinitými izolátory, které způsobují artéské napětí. Nízká propustnost neogenního kolektoru má za následek jen velmi pomalou výměnu minerální vody a udržuje ji ve stavu původní vysoké mineralizace. Za původních přírodních podmínek tato minerální voda nikdy nevyvěrala na povrch.

Jako balená minerální voda je Fatra dodávána podle uvedené chemické analýzy v ředěné formě s nižší mineralizací, než je původních 12 g/l.

Minerální voda Fatra pozitivně ovlivňuje trávicí procesy a činnost žaludku. Pomáhá při pálení žáhy, upravuje narušené vnitřní prostředí žaludku.

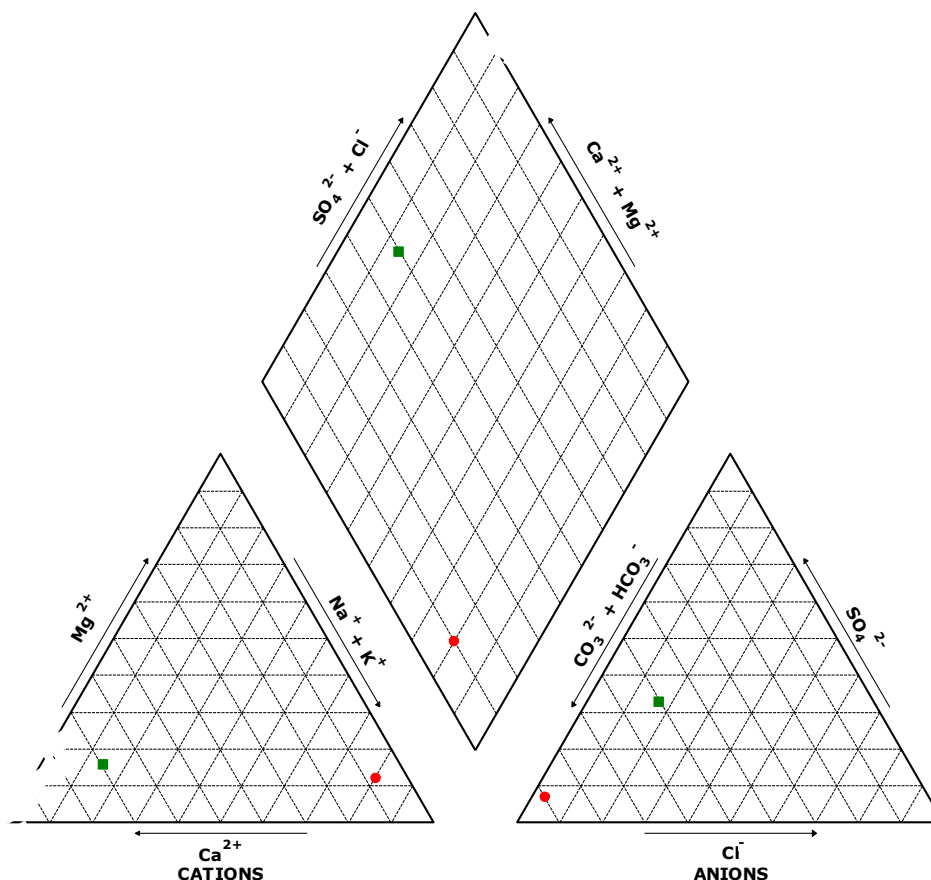
Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Fatra do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 18) je porovnán genetický typ minerální vody Fatra s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Fatra představuje vodu po chemické stránce diametrálně odlišnou od vody pitné. Důvodem je zcela dominantní postavení dvou iontů, sodíku a hydrogenkarbonátů, při vysoké mineralizaci.

Obrázek 18 Srovnání chemického typu minerální vody Fatra s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION

- Fatra
- vodovod Praha



Tabulka 50 Vybrané ukazatele v minerální vodě Fatra

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $mS \cdot m^{-1}$)	257	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,60	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $mg \cdot l^{-1}$)	1 580	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	26,2	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,47	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	529	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $mg \cdot l^{-1}$)	15,3	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	41,9	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,04	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	43,9	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $mg \cdot l^{-1}$)	0,83	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	36,6	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,54	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	0,028	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO_3^- ; $mg \cdot l^{-1}$)	1 710	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO_4^{2-} ; $mg \cdot l^{-1}$)	100	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)

Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	10,1	DIN EN ISO 11885
--	------	------------------

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	36,6	1,032	1,032	3,31
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	1 710	28,024	28,024	89,92
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO ₄ ²⁻)	100	2,082	1,041	6,68
Fluoridy (F ⁻)	0,54	0,028	0,028	0,09
Jodidy (I ⁻)	0,028	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	1 847,168	31,166	30,125	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	26,2	1,452	1,452	4,75
Lithium (Li ⁺)	0,47	0,068	0,068	0,22
Sodík (Na ⁺)	529	23,010	23,010	75,22
Draslík (K ⁺)	15,3	0,391	0,391	1,28
Hořčík (Mg ²⁺)	41,9	3,446	1,724	11,27
Vápník (Ca ²⁺)	43,9	2,191	1,095	7,16
Mangan (Mn ²⁺)	0,04	0,001	0,001	0,00
Železo (Fe)	0,83	0,030	0,015	0,10
Kationty celkem	657,64	30,589	27,756	100
Iontově rozpuštěné látky	2 504,808		57,881	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Fatra programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Fatra. Chyba rozboru dosahuje 0,96%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciace roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 51 je zřejmé, že v případě minerální vody Fatra pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 51 Speciace roztoku minerální vody Fatra

Species	Molality	Activity	Log		Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	2.879e-07	2.512e-07	-6.541	-6.600	-0.059	0.00
OH-	1.391e-08	1.170e-08	-7.857	-7.932	-0.075	-4.85
H2O	5.551e+01	9.987e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	4.507e-02					
HCO3-	2.742e-02	2.341e-02	-1.562	-1.631	-0.069	23.36
CO2	1.698e-02	1.711e-02	-1.770	-1.767	0.003	33.66
NaHCO3	2.762e-04	2.784e-04	-3.559	-3.555	0.003	1.80
MgHCO3+	2.402e-04	2.028e-04	-3.619	-3.693	-0.073	5.00
CaHCO3+	1.259e-04	1.079e-04	-3.900	-3.967	-0.067	9.02
FeHCO3+	8.654e-06	7.334e-06	-5.063	-5.135	-0.072	(0)
CO3-2	5.709e-06	3.030e-06	-5.243	-5.519	-0.275	-6.82
(CO2) 2	3.106e-06	3.130e-06	-5.508	-5.504	0.003	67.32
CaCO3	2.039e-06	2.054e-06	-5.691	-5.687	0.003	-14.66
MgCO3	1.760e-06	1.774e-06	-5.754	-5.751	0.003	-17.07
NaCO3-	5.805e-07	4.920e-07	-6.236	-6.308	-0.072	-2.77
MnHCO3+	3.882e-07	3.304e-07	-6.411	-6.481	-0.070	(0)
FeCO3	2.260e-07	2.278e-07	-6.646	-6.643	0.003	(0)
MnCO3	3.783e-08	3.812e-08	-7.422	-7.419	0.003	(0)
Ca	1.098e-03					
Ca+2	9.338e-04	4.962e-04	-3.030	-3.304	-0.275	-18.07
CaHCO3+	1.259e-04	1.079e-04	-3.900	-3.967	-0.067	9.02
CaSO4	3.635e-05	3.663e-05	-4.440	-4.436	0.003	6.79
CaCO3	2.039e-06	2.054e-06	-5.691	-5.687	0.003	-14.66
CaOH+	3.863e-10	3.274e-10	-9.413	-9.485	-0.072	(0)
CaHSO4+	5.916e-11	5.014e-11	-10.228	-10.300	-0.072	(0)
Cl	1.035e-03					
Cl-	1.035e-03	8.725e-04	-2.985	-3.059	-0.074	17.49
FeCl+	4.453e-09	3.774e-09	-8.351	-8.423	-0.072	(0)
MnCl+	6.615e-10	5.630e-10	-9.179	-9.249	-0.070	-8.04
MnCl2	2.128e-13	2.144e-13	-12.672	-12.669	0.003	109.25
MnCl3-	6.054e-17	5.153e-17	-16.218	-16.288	-0.070	44.04
FeCl+2	3.833e-17	2.011e-17	-16.416	-16.697	-0.280	(0)
FeCl2+	1.519e-19	1.293e-19	-18.818	-18.888	-0.070	(0)
FeCl3	1.120e-23	1.128e-23	-22.951	-22.948	0.003	(0)
F	2.850e-05					
F-	2.720e-05	2.288e-05	-4.565	-4.641	-0.075	-1.56
MgF+	1.034e-06	8.769e-07	-5.985	-6.057	-0.072	-10.52
NaF	2.526e-07	2.546e-07	-6.597	-6.594	0.003	6.55
HF	6.586e-09	6.636e-09	-8.181	-8.178	0.003	11.64
FeF+	8.458e-10	7.168e-10	-9.073	-9.145	-0.072	(0)
MnF+	2.945e-11	2.507e-11	-10.531	-10.601	-0.070	(0)
HF2-	5.942e-13	5.036e-13	-12.226	-12.298	-0.072	21.21
FeF+2	6.836e-14	3.587e-14	-13.165	-13.445	-0.280	(0)
FeF2+	3.181e-14	2.707e-14	-13.497	-13.567	-0.070	(0)
FeF3	9.231e-16	9.302e-16	-15.035	-15.031	0.003	(0)
SiF6-2	1.202e-27	6.304e-28	-26.920	-27.200	-0.280	41.67
Fe (2)	1.489e-05					
FeHCO3+	8.654e-06	7.334e-06	-5.063	-5.135	-0.072	(0)
Fe+2	5.806e-06	3.133e-06	-5.236	-5.504	-0.268	-22.95

FeCO3	2.260e-07	2.278e-07	-6.646	-6.643	0.003	(0)
FeSO4	1.936e-07	1.951e-07	-6.713	-6.710	0.003	38.92
FeCl+	4.453e-09	3.774e-09	-8.351	-8.423	-0.072	(0)
FeOH+	1.422e-09	1.210e-09	-8.847	-8.917	-0.070	(0)
FeF+	8.458e-10	7.168e-10	-9.073	-9.145	-0.072	(0)
FeHSO4+	3.736e-13	3.167e-13	-12.428	-12.499	-0.072	(0)
Fe(OH)2	1.029e-14	1.037e-14	-13.988	-13.984	0.003	(0)
Fe(OH)3-	1.541e-18	1.312e-18	-17.812	-17.882	-0.070	(0)
Fe(3)	1.320e-08					
Fe(OH)2+	1.081e-08	9.227e-09	-7.966	-8.035	-0.069	(0)
Fe(OH)3	2.356e-09	2.374e-09	-8.628	-8.624	0.003	(0)
FeOH+2	2.432e-11	1.276e-11	-10.614	-10.894	-0.280	(0)
Fe(OH)4-	5.346e-12	4.563e-12	-11.272	-11.341	-0.069	(0)
FeF+2	6.836e-14	3.587e-14	-13.165	-13.445	-0.280	(0)
FeF2+	3.181e-14	2.707e-14	-13.497	-13.567	-0.070	(0)
FeSO4+	5.345e-15	4.549e-15	-14.272	-14.342	-0.070	(0)
Fe+3	4.292e-15	1.259e-15	-14.367	-14.900	-0.533	(0)
FeF3	9.231e-16	9.302e-16	-15.035	-15.031	0.003	(0)
Fe(SO4)2-	5.160e-17	4.373e-17	-16.287	-16.359	-0.072	(0)
FeCl+2	3.833e-17	2.011e-17	-16.416	-16.697	-0.280	(0)
FeCl2+	1.519e-19	1.293e-19	-18.818	-18.888	-0.070	(0)
Fe2(OH)2+4	1.188e-19	8.414e-21	-18.925	-20.075	-1.150	(0)
FeHSO4+2	6.197e-21	3.197e-21	-20.208	-20.495	-0.287	(0)
FeCl3	1.120e-23	1.128e-23	-22.951	-22.948	0.003	(0)
Fe3(OH)4+5	4.363e-24	6.966e-26	-23.360	-25.157	-1.797	(0)
H(0)	1.038e-24					
H2	5.188e-25	5.228e-25	-24.285	-24.282	0.003	28.63
K	3.923e-04					
K+	3.913e-04	3.295e-04	-3.407	-3.482	-0.075	8.51
KSO4-	9.622e-07	8.212e-07	-6.017	-6.086	-0.069	33.65
Li	6.790e-05					
Li+	6.776e-05	5.808e-05	-4.169	-4.236	-0.067	-0.80
LiSO4-	1.392e-07	1.185e-07	-6.856	-6.926	-0.070	(0)
Mg	1.728e-03					
Mg+2	1.429e-03	7.724e-04	-2.845	-3.112	-0.267	-20.87
MgHCO3+	2.402e-04	2.028e-04	-3.619	-3.693	-0.073	5.00
MgSO4	5.590e-05	5.633e-05	-4.253	-4.249	0.003	5.12
MgCO3	1.760e-06	1.774e-06	-5.754	-5.751	0.003	-17.07
MgF+	1.034e-06	8.769e-07	-5.985	-6.057	-0.072	-10.52
MgOH+	3.114e-09	2.678e-09	-8.507	-8.572	-0.066	(0)
Mn(2)	7.299e-07					
MnHCO3+	3.882e-07	3.304e-07	-6.411	-6.481	-0.070	(0)
Mn+2	2.935e-07	1.584e-07	-6.532	-6.800	-0.268	-19.52
MnCO3	3.783e-08	3.812e-08	-7.422	-7.419	0.003	(0)
MnSO4	9.664e-09	9.739e-09	-8.015	-8.011	0.003	30.96
MnCl+	6.615e-10	5.630e-10	-9.179	-9.249	-0.070	-8.04
MnF+	2.945e-11	2.507e-11	-10.531	-10.601	-0.070	(0)
MnOH+	5.249e-12	4.467e-12	-11.280	-11.350	-0.070	(0)
MnCl2	2.128e-13	2.144e-13	-12.672	-12.669	0.003	109.25
MnCl3-	6.054e-17	5.153e-17	-16.218	-16.288	-0.070	44.04
Mn(OH)3-	1.854e-22	1.578e-22	-21.732	-21.802	-0.070	(0)
Mn(3)	1.661e-29					
Mn+3	1.661e-29	4.875e-30	-28.780	-29.312	-0.533	(0)
N(-3)	1.456e-03					
NH4+	1.447e-03	1.206e-03	-2.840	-2.919	-0.079	17.40

NH ₄ SO ₄ -	8.565e-06	7.259e-06	-5.067	-5.139	-0.072	32.17
NH ₃	8.876e-07	8.944e-07	-6.052	-6.048	0.003	23.51
Na	2.307e-02					
Na+	2.274e-02	1.934e-02	-1.643	-1.714	-0.070	-2.26
NaHCO ₃	2.762e-04	2.784e-04	-3.559	-3.555	0.003	1.80
NaSO ₄ -	4.801e-05	4.098e-05	-4.319	-4.387	-0.069	15.20
NaCO ₃ -	5.805e-07	4.920e-07	-6.236	-6.308	-0.072	-2.77
NaF	2.526e-07	2.546e-07	-6.597	-6.594	0.003	6.55
NaOH	2.245e-20	2.262e-20	-19.649	-19.645	0.003	(0)
O(0)	0.000e+00					
O ₂	0.000e+00	0.000e+00	-48.918	-48.915	0.003	28.95
S(6)	1.044e-03					
SO ₄ -2	8.935e-04	4.673e-04	-3.049	-3.330	-0.281	12.23
MgSO ₄	5.590e-05	5.633e-05	-4.253	-4.249	0.003	5.12
NaSO ₄ -	4.801e-05	4.098e-05	-4.319	-4.387	-0.069	15.20
CaSO ₄	3.635e-05	3.663e-05	-4.440	-4.436	0.003	6.79
NH ₄ SO ₄ -	8.565e-06	7.259e-06	-5.067	-5.139	-0.072	32.17
KSO ₄ -	9.622e-07	8.212e-07	-6.017	-6.086	-0.069	33.65
FeSO ₄	1.936e-07	1.951e-07	-6.713	-6.710	0.003	38.92
LiSO ₄ -	1.392e-07	1.185e-07	-6.856	-6.926	-0.070	(0)
HSO ₄ -	9.918e-09	8.405e-09	-8.004	-8.075	-0.072	39.02
MnSO ₄	9.664e-09	9.739e-09	-8.015	-8.011	0.003	30.96
CaHSO ₄ +	5.916e-11	5.014e-11	-10.228	-10.300	-0.072	(0)
FeHSO ₄ +	3.736e-13	3.167e-13	-12.428	-12.499	-0.072	(0)
FeSO ₄ +	5.345e-15	4.549e-15	-14.272	-14.342	-0.070	(0)
Fe(SO ₄) ₂ -	5.160e-17	4.373e-17	-16.287	-16.359	-0.072	(0)
FeHSO ₄ +2	6.197e-21	3.197e-21	-20.208	-20.495	-0.287	(0)
Si	1.685e-04					
H ₄ SiO ₄	1.685e-04	1.698e-04	-3.774	-3.770	0.003	53.67
H ₃ SiO ₄ -	6.628e-08	5.597e-08	-7.179	-7.252	-0.073	27.51
H ₂ SiO ₄ -2	9.808e-15	5.206e-15	-14.008	-14.283	-0.275	(0)
SiF ₆ -2	1.202e-27	6.304e-28	-26.920	-27.200	-0.280	41.67

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 52, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro minerální vodu Fatra tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví goethit, hematit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 52 Minerální fáze minerální vody Fatra, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-2.51	-6.63	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.57	-8.82	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-0.41	-8.82	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	-0.03	-3.77	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-11.43	22.72	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.50	-1.77	-1.27	CO ₂
Dolomite	-0.73	-17.45	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	0.01	4.90	4.89	Fe(OH) ₃
Fluorite	-1.79	-12.59	-10.80	CaF ₂
Goethite	5.34	4.90	-0.44	FeOOH
Gypsum	-2.04	-6.64	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O

H ₂ (g)	-21.23	-24.28	-3.05	H ₂
H ₂ O (g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-6.33	-4.77	1.56	NaCl
Hausmannite	-24.54	40.40	64.94	Mn ₃ O ₄
Hematite	12.61	9.80	-2.81	Fe ₂ O ₃
Jarosite-K	-7.25	-15.25	-8.00	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Manganite	-8.34	17.00	25.34	MnOOH
Melanterite	-6.43	-8.84	-2.41	FeSO ₄ ·7H ₂ O
NH ₃ (g)	-8.18	-6.05	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-46.15	-48.92	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.80	6.40	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-16.31	27.60	43.91	MnO ₂ ·H ₂ O
Quartz	0.44	-3.77	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-1.24	-12.32	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-7.31	8.87	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite (d)	-9.79	8.87	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-0.23	-11.02	-10.79	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.93	-3.77	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-7.36	-6.54	0.82	KCl
Talc	-8.01	15.18	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Fatra

- Fatra je silně mineralizovaná léčivá ryzí alkalická kyselka typu Na – HCO₃
- Fatra je identického chemického typu jako je česká Bílinská kyselka, má však na vývěru vyšší mineralizaci.
- Základ jejího chemismu tvoří vody z podložního granitu, které se rozptypují v nadložních neogenních málo propustných pískovcích.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Goethit, hematit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Fatra

Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarik, J., Zeman, J. (1977): Minerálne vody Slovenska, Balneografia a krenografia. Osveta.

GEMERKA

Studená, silně mineralizovaná přírodní minerální voda typu Ca, Mg – HCO₃, SO₄

Geneze minerální vody Gemerka

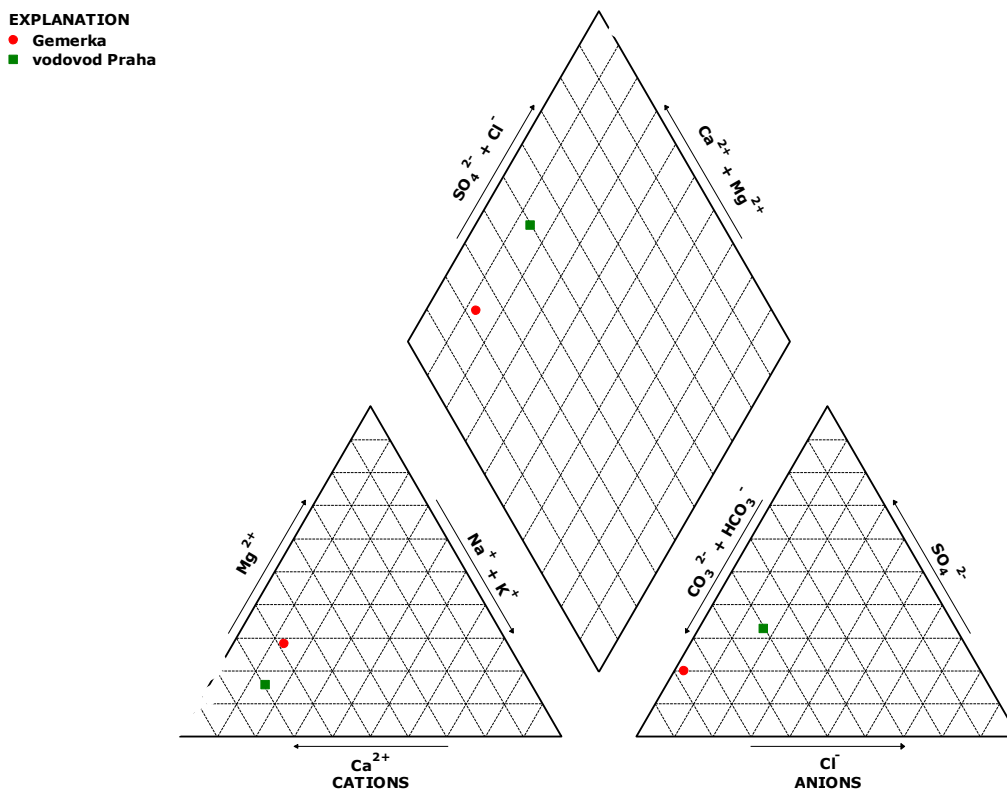
Gemerka je typickým představitelem slovenských minerálních vod, které se tvoří v puklinovém prostředí vápenců a dolomitů. Tento horninový typ v okolí obce Tornaľa, kde se minerální voda jímá 99.5 metrů hlubokým vrtem, je silně zkrasovělý. Gemerka patří na Slovensku mezi méně hydrogeologicky prozkoumané zdroje minerálních vod.

Výrobce balené minerální vody uvádí, že obsah vápníku a hořčíku, který v případě vody Gemerka je v poměru 1:4, je v optimálním poměru pro zdraví člověka a voda je vhodná pro každodenní konzumaci, pomáhá při trávení a jeho vhodná pro diabetiky.

Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Gemerka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 19) je porovnán genetický typ minerální vody Gemerka s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Gemerka se odlišuje od běžné pitné vody především zvýšenou mineralizací. Vzájemný poměr hlavních kationtů i aniontů je však pražské pitné vodě velmi blízký. Drobný rozdíl spočívá pouze ve vyšším zastoupení hořčíku na celkové mineralizaci u Gemerky. Slovenská minerální voda má rovněž mírně vyšší podíl hydrogenkarbonátů na celkovém chemismu než je tomu u pražské vody.

Obrázek 19 Srovnání chemického typu minerální vody Gemerka s pitnou vodou v Praze



Tabulka 53 Vybrané ukazatele v minerální vodě Gemerka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	282	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,40	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	2 022	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	1,3	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,21	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	107	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	18,0	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	130	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,03	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	446	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	0,05	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	35,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,081	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitan (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 810	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	367	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	23,1	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	35,5	1,001	1,001	2,61
Hydrogenuhličitan (HCO ₃ ⁻)	1 810	29,662	29,662	77,33
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sířany (SO ₄ ²⁻)	367	7,641	3,821	19,92
Fluoridy (F ⁻)	1,0	0,053	0,053	0,14
Jodidy (I ⁻)	0,081	0,001	0,001	0,00
Anionty celkem	2 213,581	38,358	34,538	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	1,3	0,072	0,072	0,19
Lithium (Li ⁺)	0,21	0,030	0,030	0,08
Sodík (Na ⁺)	107	4,654	4,654	12,19
Draslík (K ⁺)	18,0	0,460	0,460	1,21
Hořčík (Mg ²⁺)	130	10,691	5,348	28,01
Vápník (Ca ²⁺)	446	22,255	11,128	58,32
Mangan (Mn ²⁺)	0,03	0,001	0,001	0,00
Železo (Fe)	0,05	0,002	0,001	0,00
Kationty celkem	702,59	38,165	21,694	100
Iontově rozpuštěné látky	2 916,171		56,232	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Gemerka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Gemerka. Chyba rozboru dosahuje 0,28%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 54 je zřejmé, že v případě minerální vody Gemerka pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 54 Speciace roztoku minerální vody Gemerka

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	4.648e-07	3.981e-07	-6.333	-6.400	-0.067	0.00
OH-	9.052e-09	7.379e-09	-8.043	-8.132	-0.089	-4.80
H2O	5.551e+01	9.986e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	5.629e-02					
HCO3-	2.785e-02	2.317e-02	-1.555	-1.635	-0.080	23.44
CO2	2.654e-02	2.685e-02	-1.576	-1.571	0.005	33.66
CaHCO3+	1.136e-03	9.501e-04	-2.945	-3.022	-0.077	9.04
MgHCO3+	6.697e-04	5.491e-04	-3.174	-3.260	-0.086	5.02
NaHCO3	5.356e-05	5.418e-05	-4.271	-4.266	0.005	1.80
CaCO3	1.128e-05	1.141e-05	-4.948	-4.943	0.005	-14.66
(CO2) 2	7.621e-06	7.709e-06	-5.118	-5.113	0.005	67.32
CO3-2	3.951e-06	1.893e-06	-5.403	-5.723	-0.320	-6.66
MgCO3	2.995e-06	3.030e-06	-5.524	-5.519	0.005	-17.07
FeHCO3+	4.987e-07	4.114e-07	-6.302	-6.386	-0.084	(0)
MnHCO3+	2.818e-07	2.335e-07	-6.550	-6.632	-0.082	(0)
NaCO3-	7.323e-08	6.042e-08	-7.135	-7.219	-0.084	-2.66
MnCO3	1.681e-08	1.700e-08	-7.775	-7.770	0.005	(0)
FeCO3	7.969e-09	8.061e-09	-8.099	-8.094	0.005	(0)
Ca	1.116e-02					
Ca+2	9.181e-03	4.413e-03	-2.037	-2.355	-0.318	-17.99
CaHCO3+	1.136e-03	9.501e-04	-2.945	-3.022	-0.077	9.04
CaSO4	8.330e-04	8.427e-04	-3.079	-3.074	0.005	6.79
CaCO3	1.128e-05	1.141e-05	-4.948	-4.943	0.005	-14.66
CaOH+	2.227e-09	1.837e-09	-8.652	-8.736	-0.084	(0)
CaHSO4+	2.216e-09	1.828e-09	-8.654	-8.738	-0.084	(0)
Cl	1.004e-03					
Cl-	1.004e-03	8.216e-04	-2.998	-3.085	-0.087	17.53
MnCl+	4.567e-10	3.784e-10	-9.340	-9.422	-0.082	-8.02
FeCl+	2.440e-10	2.013e-10	-9.613	-9.696	-0.084	(0)
MnCl2	1.342e-13	1.357e-13	-12.872	-12.867	0.005	109.25
MnCl3-	3.706e-17	3.071e-17	-16.431	-16.513	-0.082	44.11
FeCl+2	2.275e-18	1.073e-18	-17.643	-17.969	-0.326	(0)
FeCl2+	7.840e-21	6.497e-21	-20.106	-20.187	-0.082	(0)
FeCl3	5.276e-25	5.337e-25	-24.278	-24.273	0.005	(0)
F	5.279e-05					

F-	4.774e-05	3.892e-05	-4.321	-4.410	-0.089	-1.52
MgF+	4.948e-06	4.079e-06	-5.306	-5.389	-0.084	-10.50
NaF	8.417e-08	8.515e-08	-7.075	-7.070	0.005	6.55
HF	1.769e-08	1.790e-08	-7.752	-7.747	0.005	11.64
FeF+	8.375e-11	6.910e-11	-10.077	-10.161	-0.084	(0)
MnF+	3.674e-11	3.045e-11	-10.435	-10.516	-0.082	(0)
HF2-	2.800e-12	2.310e-12	-11.553	-11.636	-0.084	21.24
FeF+2	7.331e-15	3.457e-15	-14.135	-14.461	-0.326	(0)
FeF2+	5.358e-15	4.440e-15	-14.271	-14.353	-0.082	(0)
FeF3	2.566e-16	2.596e-16	-15.591	-15.586	0.005	(0)
SiF6-2	4.701e-25	2.217e-25	-24.328	-24.654	-0.326	41.81
Fe (2)	8.977e-07					
FeHCO3+	4.987e-07	4.114e-07	-6.302	-6.386	-0.084	(0)
Fe+2	3.624e-07	1.775e-07	-6.441	-6.751	-0.310	-22.87
FeSO4	2.827e-08	2.859e-08	-7.549	-7.544	0.005	38.92
FeCO3	7.969e-09	8.061e-09	-8.099	-8.094	0.005	(0)
FeCl+	2.440e-10	2.013e-10	-9.613	-9.696	-0.084	(0)
FeF+	8.375e-11	6.910e-11	-10.077	-10.161	-0.084	(0)
FeOH+	5.221e-11	4.326e-11	-10.282	-10.364	-0.082	(0)
FeHSO4+	8.916e-14	7.356e-14	-13.050	-13.133	-0.084	(0)
Fe (OH) 2	2.312e-16	2.338e-16	-15.636	-15.631	0.005	(0)
Fe (OH) 3-	2.252e-20	1.866e-20	-19.647	-19.729	-0.082	(0)
Fe (3)	2.845e-10					
Fe (OH) 2+	2.501e-10	2.081e-10	-9.602	-9.682	-0.080	(0)
Fe (OH) 3	3.339e-11	3.378e-11	-10.476	-10.471	0.005	(0)
FeOH+2	9.670e-13	4.560e-13	-12.015	-12.341	-0.326	(0)
Fe (OH) 4-	4.923e-14	4.096e-14	-13.308	-13.388	-0.080	(0)
FeF+2	7.331e-15	3.457e-15	-14.135	-14.461	-0.326	(0)
FeF2+	5.358e-15	4.440e-15	-14.271	-14.353	-0.082	(0)
FeSO4+	8.046e-16	6.668e-16	-15.094	-15.176	-0.082	(0)
Fe+3	2.874e-16	7.135e-17	-15.542	-16.147	-0.605	(0)
FeF3	2.566e-16	2.596e-16	-15.591	-15.586	0.005	(0)
Fe (SO4) 2-	2.010e-17	1.658e-17	-16.697	-16.780	-0.084	(0)
FeCl+2	2.275e-18	1.073e-18	-17.643	-17.969	-0.326	(0)
FeCl2+	7.840e-21	6.497e-21	-20.106	-20.187	-0.082	(0)
FeHSO4+2	1.603e-21	7.426e-22	-20.795	-21.129	-0.334	(0)
Fe2 (OH) 2+4	2.334e-22	1.075e-23	-21.632	-22.969	-1.337	(0)
FeCl3	5.276e-25	5.337e-25	-24.278	-24.273	0.005	(0)
Fe3 (OH) 4+5	2.461e-28	2.007e-30	-27.609	-29.697	-2.089	(0)
H (0)	2.596e-24					
H2	1.298e-24	1.313e-24	-23.887	-23.882	0.005	28.63
K	4.617e-04					
K+	4.588e-04	3.747e-04	-3.338	-3.426	-0.088	8.54
KSO4-	2.904e-06	2.416e-06	-5.537	-5.617	-0.080	33.69
Li	3.035e-05					
Li+	3.019e-05	2.526e-05	-4.520	-4.598	-0.077	-0.77
LiSO4-	1.609e-07	1.333e-07	-6.794	-6.875	-0.082	(0)
Mg	5.363e-03					
Mg+2	4.291e-03	2.112e-03	-2.367	-2.675	-0.308	-20.79
MgHCO3+	6.697e-04	5.491e-04	-3.174	-3.260	-0.086	5.02
MgSO4	3.939e-04	3.985e-04	-3.405	-3.400	0.005	5.12
MgF+	4.948e-06	4.079e-06	-5.306	-5.389	-0.084	-10.50
MgCO3	2.995e-06	3.030e-06	-5.524	-5.519	0.005	-17.07
MgOH+	5.498e-09	4.620e-09	-8.260	-8.335	-0.076	(0)
Mn (2)	5.477e-07					

MnHCO ₃ ⁺	2.818e-07	2.335e-07	-6.550	-6.632	-0.082	(0)
Mn ²⁺	2.308e-07	1.131e-07	-6.637	-6.947	-0.310	-19.21
MnSO ₄	1.778e-08	1.798e-08	-7.750	-7.745	0.005	30.96
MnCO ₃	1.681e-08	1.700e-08	-7.775	-7.770	0.005	(0)
MnCl ⁺	4.567e-10	3.784e-10	-9.340	-9.422	-0.082	-8.02
MnF ⁺	3.674e-11	3.045e-11	-10.435	-10.516	-0.082	(0)
MnOH ⁺	2.428e-12	2.012e-12	-11.615	-11.696	-0.082	(0)
MnCl ₂	1.342e-13	1.357e-13	-12.872	-12.867	0.005	109.25
MnCl ₃ ⁻	3.706e-17	3.071e-17	-16.431	-16.513	-0.082	44.11
Mn(OH) ₃ ⁻	3.413e-23	2.829e-23	-22.467	-22.548	-0.082	(0)
Mn(3)	1.402e-29					
Mn ³⁺	1.402e-29	3.480e-30	-28.853	-29.458	-0.605	(0)
N(-3)	7.228e-05					
NH ₄ ⁺	7.117e-05	5.729e-05	-4.148	-4.242	-0.094	17.43
NH ₄ SO ₄ ⁻	1.082e-06	8.923e-07	-5.966	-6.049	-0.084	32.28
NH ₃	2.651e-08	2.682e-08	-7.577	-7.572	0.005	23.51
Na	4.668e-03					
Na ⁺	4.589e-03	3.802e-03	-2.338	-2.420	-0.082	-2.20
NaHCO ₃	5.356e-05	5.418e-05	-4.271	-4.266	0.005	1.80
NaSO ₄ ⁻	2.505e-05	2.084e-05	-4.601	-4.681	-0.080	15.56
NaF	8.417e-08	8.515e-08	-7.075	-7.070	0.005	6.55
NaCO ₃ ⁻	7.323e-08	6.042e-08	-7.135	-7.219	-0.084	-2.66
NaOH	2.773e-21	2.805e-21	-20.557	-20.552	0.005	(0)
O(0)	0.000e+00					
O ₂	0.000e+00	0.000e+00	-49.720	-49.715	0.005	28.95
S(6)	3.832e-03					
SO ₄ ²⁻	2.575e-03	1.209e-03	-2.589	-2.918	-0.328	12.37
CaSO ₄	8.330e-04	8.427e-04	-3.079	-3.074	0.005	6.79
MgSO ₄	3.939e-04	3.985e-04	-3.405	-3.400	0.005	5.12
NaSO ₄ ⁻	2.505e-05	2.084e-05	-4.601	-4.681	-0.080	15.56
KSO ₄ ⁻	2.904e-06	2.416e-06	-5.537	-5.617	-0.080	33.69
NH ₄ SO ₄ ⁻	1.082e-06	8.923e-07	-5.966	-6.049	-0.084	32.28
LiSO ₄ ⁻	1.609e-07	1.333e-07	-6.794	-6.875	-0.082	(0)
HSO ₄ ⁻	4.177e-08	3.446e-08	-7.379	-7.463	-0.084	39.05
FeSO ₄	2.827e-08	2.859e-08	-7.549	-7.544	0.005	38.92
MnSO ₄	1.778e-08	1.798e-08	-7.750	-7.745	0.005	30.96
CaHSO ₄ ⁺	2.216e-09	1.828e-09	-8.654	-8.738	-0.084	(0)
FeHSO ₄ ⁺	8.916e-14	7.356e-14	-13.050	-13.133	-0.084	(0)
FeSO ₄ ⁺	8.046e-16	6.668e-16	-15.094	-15.176	-0.082	(0)
Fe(SO ₄) ₂ ⁻	2.010e-17	1.658e-17	-16.697	-16.780	-0.084	(0)
FeHSO ₄ ⁺ 2	1.603e-21	7.426e-22	-20.795	-21.129	-0.334	(0)
Si	3.856e-04					
H ₄ SiO ₄	3.855e-04	3.900e-04	-3.414	-3.409	0.005	53.67
H ₃ SiO ₄ ⁻	9.894e-08	8.113e-08	-7.005	-7.091	-0.086	27.54
H ₂ SiO ₄ ²⁻	9.939e-15	4.761e-15	-14.003	-14.322	-0.320	(0)
SiF ₆ ²⁻	4.701e-25	2.217e-25	-24.328	-24.654	-0.326	41.81

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 55, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro minerální vodu Gemerka tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví kalcit, chalcedonit, goethit, hematit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 55 Minerální fáze minerální vody Gemerka, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-1.15	-5.27	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	0.18	-8.08	-8.26	CaCO ₃
Calcite	0.33	-8.08	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.33	-3.41	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-10.60	23.56	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.30	-1.57	-1.27	CO ₂
Dolomite	0.25	-16.48	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	-1.84	3.05	4.89	Fe(OH) ₃
Fluorite	-0.38	-11.17	-10.80	CaF ₂
Goethite	3.49	3.05	-0.44	FeOOH
Gypsum	-0.68	-5.27	-4.59	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.83	-23.88	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-7.06	-5.51	1.56	NaCl
Hausmannite	-26.58	38.36	64.94	Mn ₃ O ₄
Hematite	8.92	6.11	-2.81	Fe ₂ O ₃
Jarosite-K	-11.31	-19.30	-8.00	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Manganite	-9.09	16.25	25.34	MnOOH
Melanterite	-7.26	-9.67	-2.41	FeSO ₄ :7H ₂ O
NH ₃ (g)	-9.70	-7.57	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-46.95	-49.72	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-9.35	5.85	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-17.26	26.65	43.91	MnO ₂ :H ₂ O
Quartz	0.81	-3.41	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-1.60	-12.67	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-6.15	10.02	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(d)	-8.64	10.02	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Siderite	-1.68	-12.47	-10.79	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.57	-3.41	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-7.33	-6.51	0.82	KCl
Talc	-6.46	16.74	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Gemerka

- Gemerka je studená, silně mineralizovaná přírodní minerální voda typu Ca, Mg, – HCO₃, SO₄.
- Její chemismus se tvoří v místně zkrasovělých vápencích a dolomitech.
- Gemerka patří mezi hydrogeologicky méně prozkoumané zdroje minerálních vod.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Kalcit, chalcedonit, goethit, hematit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Gemerka

Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarik, J., Zeman, J. (1977): Minerálne vody Slovenska, Balneografia a krenografia. Osveta.

LUBOVNIANKA

Studená, silně mineralizovaná, kyselka typu Mg, Ca, Mg – HCO₃

Geneze minerální vody Lubovnianka

Vývěrová oblast minerální vody Lubovnianka se nachází ve stejnojmenném údolí, v areálu Lubovnianských lázní. Toto území je tvořené flyšovými horninami paleogénu, které představuje hydrogeologický masív s oběhem podzemní vody soustředěným jednak do přípovrchové zóny s mocností 20-50 metrů a hlouběji v puklinových zónách, které minerální vodě umožňují oběh až do hloubek prvních stovek metrů pod povrchem. Litologicky se jedná o střídání pískovců, slepenců a jílovců s převahou pískovcové složky.

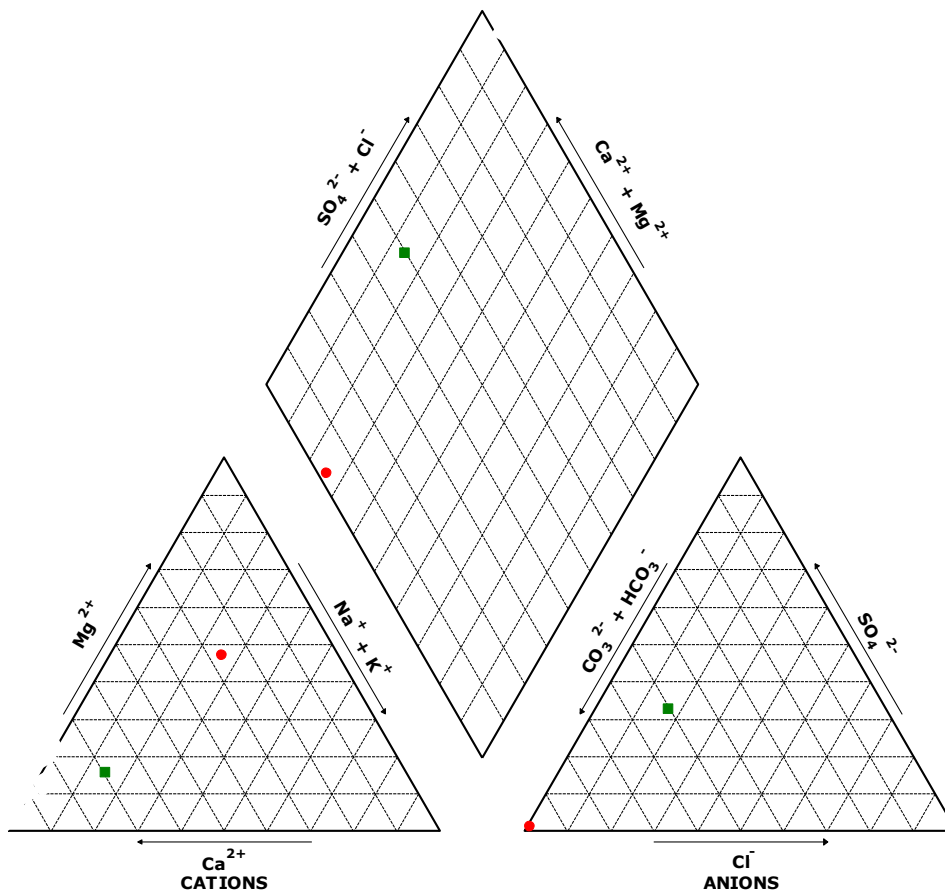
V letech 1995-2004 bylo jednou ročně sledováno chemické složení minerální vody ve vrtu LZ-6 Veronika. Z výsledků vyplynulo poměrně velké rozpětí stability jednotlivých komponent. Nejmenší variabilitu vykazuje chlór (6,0 %) a hořčík (7 %). Zvýšené hodnoty variačního koeficientu mají koncentrace vápníku (18 %), hydrogenuhličitanů (12 %) a kysličníku uhličitého (20 %). Nejvyšší míru nestability vykazují koncentrace SO₄ (49 %), Na (36 %) a K (37 %).

Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Lubovnianka do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 20) je porovnán genetický typ minerální vody Lubovnianka s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Lubovnianka představuje vodu po chemické stránce diametrálně odlišnou od vody pitné. Tuto skutečnost způsobuje velmi vyrovnané obsahy třech kationtů. Sodík, vápník a hořčík jsou v Lubovnianské minerální vodě zastoupeny téměř ve stejném poměru a žádný z těchto kationtů tedy nemá převahu. Co se týká aniontů, pak v této slovenské minerální vodě zcela jednoznačně převládají hydrogenkarbonáty.

Obrázek 20 Srovnání chemického typu minerální vody Lubovnianka s pitnou vodou v Praze

EXPLANATION
● Lubovnianka
■ vodovod Praha



Tabulka 56 Vybrané ukazatele v minerální vodě Lubovnianka

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$)	202	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,36	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	1 249	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH_4^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	2,04	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,15	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	149	DIN ISO 9964-3
Draslík (K^+ ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	4,6	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	146	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,42	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	138	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn^{2+} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	6,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,30	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	0,008	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO_2^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO_3^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	< 0,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO_3^- ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	1 560	DIN EN ISO 9963-1
Sírany (SO_4^{2-} ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	15,1	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H_2SiO_3 ; $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	101	DIN EN ISO 11885

Iontové složení	mg.l⁻¹	mval.l⁻¹	mmol.l⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	6,5	0,183	0,183	0,70
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	1 560	25,565	25,565	98,03
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-	-
Sírany (SO ₄ ²⁻)	15,1	0,314	0,157	1,21
Fluoridy (F ⁻)	0,30	0,016	0,016	0,06
Jodidy (I ⁻)	0,008	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	1 581,908	26,078	25,921	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	2,04	0,113	0,113	0,44
Lithium (Li ⁺)	0,15	0,022	0,022	0,08
Sodík (Na ⁺)	149	6,481	6,481	25,28
Draslík (K ⁺)	4,6	0,118	0,118	0,46
Hořčík (Mg ²⁺)	146	12,007	6,006	46,82
Vápník (Ca ²⁺)	138	6,886	3,443	26,86
Mangan (Mn ²⁺)	0,42	0,015	0,008	0,06
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	440,21	25,642	16,191	100
Iontově rozpuštěné látky	2 022,118		42,112	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Lubovnianka programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Lubovnianka. Chyba rozboru dosahuje 0,88%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 57 je zřejmé, že v případě minerální vody Lubovnianka pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 57 Speciace roztoku minerální vody Lubovnianka

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H+	5.000e-07	4.365e-07	-6.301	-6.360	-0.059	0.00
OH-	7.998e-09	6.731e-09	-8.097	-8.172	-0.075	-4.86
H2O	5.551e+01	9.988e-01	1.744	-0.001	0.000	18.02
C (4)	5.187e-02					
CO2	2.625e-02	2.645e-02	-1.581	-1.578	0.003	33.66
HCO3-	2.438e-02	2.082e-02	-1.613	-1.681	-0.069	23.36
MgHCO3+	7.798e-04	6.590e-04	-3.108	-3.181	-0.073	5.00
CaHCO3+	3.681e-04	3.157e-04	-3.434	-3.501	-0.067	9.02
NaHCO3	6.945e-05	6.998e-05	-4.158	-4.155	0.003	1.80
(CO2) 2	7.423e-06	7.479e-06	-5.129	-5.126	0.003	67.32
MnHCO3+	4.014e-06	3.419e-06	-5.396	-5.466	-0.070	(0)
CaCO3	3.432e-06	3.458e-06	-5.464	-5.461	0.003	-14.66
MgCO3	3.291e-06	3.316e-06	-5.483	-5.479	0.003	-17.07
CO3-2	2.915e-06	1.551e-06	-5.535	-5.809	-0.274	-6.83
MnCO3	2.253e-07	2.270e-07	-6.647	-6.644	0.003	(0)
NaCO3-	8.393e-08	7.117e-08	-7.076	-7.148	-0.072	-2.77
Ca	3.450e-03					
Ca+2	3.064e-03	1.632e-03	-2.514	-2.787	-0.274	-18.07
CaHCO3+	3.681e-04	3.157e-04	-3.434	-3.501	-0.067	9.02
CaSO4	1.531e-05	1.543e-05	-4.815	-4.812	0.003	6.79
CaCO3	3.432e-06	3.458e-06	-5.464	-5.461	0.003	-14.66
CaOH+	7.307e-10	6.196e-10	-9.136	-9.208	-0.072	(0)
CaHSO4+	4.329e-11	3.671e-11	-10.364	-10.435	-0.072	(0)
Cl	1.837e-04					
Cl-	1.837e-04	1.550e-04	-3.736	-3.810	-0.074	17.49
MnCl+	1.366e-09	1.163e-09	-8.865	-8.934	-0.070	-8.04
MnCl2	7.811e-14	7.870e-14	-13.107	-13.104	0.003	109.25
MnCl3-	3.945e-18	3.360e-18	-17.404	-17.474	-0.070	44.04
F	1.582e-05					
F-	1.386e-05	1.166e-05	-4.858	-4.933	-0.075	-1.56
MgF+	1.924e-06	1.633e-06	-5.716	-5.787	-0.071	-10.52
NaF	3.640e-08	3.668e-08	-7.439	-7.436	0.003	6.55
HF	5.835e-09	5.880e-09	-8.234	-8.231	0.003	11.64
MnF+	1.745e-10	1.486e-10	-9.758	-9.828	-0.070	(0)
HF2-	2.682e-13	2.275e-13	-12.571	-12.643	-0.072	21.21

SiF6-2	1.918e-27	1.009e-27	-26.717	-26.996	-0.279	41.67
H(0)	3.134e-24					
H2	1.567e-24	1.579e-24	-23.805	-23.802	0.003	28.63
K	1.179e-04					
K+	1.179e-04	9.930e-05	-3.929	-4.003	-0.074	8.51
KSO4-	3.713e-08	3.171e-08	-7.430	-7.499	-0.069	33.65
Li	2.166e-05					
Li+	2.166e-05	1.857e-05	-4.664	-4.731	-0.067	-0.80
LiSO4-	5.699e-09	4.854e-09	-8.244	-8.314	-0.070	(0)
Mg	6.018e-03					
Mg+2	5.207e-03	2.821e-03	-2.283	-2.550	-0.266	-20.88
MgHCO3+	7.798e-04	6.590e-04	-3.108	-3.181	-0.073	5.00
MgSO4	2.616e-05	2.636e-05	-4.582	-4.579	0.003	5.12
MgCO3	3.291e-06	3.316e-06	-5.483	-5.479	0.003	-17.07
MgF+	1.924e-06	1.633e-06	-5.716	-5.787	-0.071	-10.52
MgOH+	6.542e-09	5.629e-09	-8.184	-8.250	-0.065	(0)
Mn(2)	7.661e-06					
MnHCO3+	4.014e-06	3.419e-06	-5.396	-5.466	-0.070	(0)
Mn+2	3.406e-06	1.842e-06	-5.468	-5.735	-0.267	-19.53
MnCO3	2.253e-07	2.270e-07	-6.647	-6.644	0.003	(0)
MnSO4	1.440e-08	1.451e-08	-7.842	-7.838	0.003	30.96
MnCl+	1.366e-09	1.163e-09	-8.865	-8.934	-0.070	-8.04
MnF+	1.745e-10	1.486e-10	-9.758	-9.828	-0.070	(0)
MnOH+	3.511e-11	2.990e-11	-10.455	-10.524	-0.070	(0)
MnCl2	7.811e-14	7.870e-14	-13.107	-13.104	0.003	109.25
MnCl3-	3.945e-18	3.360e-18	-17.404	-17.474	-0.070	44.04
Mn(OH)3-	4.108e-22	3.498e-22	-21.386	-21.456	-0.070	(0)
Mn(3)	1.925e-28					
Mn+3	1.925e-28	5.669e-29	-27.716	-28.246	-0.531	(0)
N(-3)	1.133e-04					
NH4+	1.132e-04	9.443e-05	-3.946	-4.025	-0.079	17.40
NH4SO4-	8.588e-08	7.283e-08	-7.066	-7.138	-0.072	32.17
NH3	4.000e-08	4.031e-08	-7.398	-7.395	0.003	23.51
Na	6.495e-03					
Na+	6.424e-03	5.466e-03	-2.192	-2.262	-0.070	-2.26
NaHCO3	6.945e-05	6.998e-05	-4.158	-4.155	0.003	1.80
NaSO4-	1.737e-06	1.484e-06	-5.760	-5.829	-0.069	15.19
NaCO3-	8.393e-08	7.117e-08	-7.076	-7.148	-0.072	-2.77
NaF	3.640e-08	3.668e-08	-7.439	-7.436	0.003	6.55
NaOH	3.651e-21	3.679e-21	-20.438	-20.434	0.003	(0)
O(0)	0.000e+00					
O2	0.000e+00	0.000e+00	-49.878	-49.875	0.003	28.95
S(6)	1.575e-04					
SO4-2	1.142e-04	5.987e-05	-3.942	-4.223	-0.280	12.23
MgSO4	2.616e-05	2.636e-05	-4.582	-4.579	0.003	5.12
CaSO4	1.531e-05	1.543e-05	-4.815	-4.812	0.003	6.79
NaSO4-	1.737e-06	1.484e-06	-5.760	-5.829	-0.069	15.19
NH4SO4-	8.588e-08	7.283e-08	-7.066	-7.138	-0.072	32.17
KSO4-	3.713e-08	3.171e-08	-7.430	-7.499	-0.069	33.65
MnSO4	1.440e-08	1.451e-08	-7.842	-7.838	0.003	30.96
LiSO4-	5.699e-09	4.854e-09	-8.244	-8.314	-0.070	(0)
HSO4-	2.207e-09	1.871e-09	-8.656	-8.728	-0.072	39.02
CaHSO4+	4.329e-11	3.671e-11	-10.364	-10.435	-0.072	(0)
Si	1.685e-03					
H4SiO4	1.684e-03	1.697e-03	-2.774	-2.770	0.003	53.67

H ₃ SiO ₄ ⁻	3.810e-07	3.220e-07	-6.419	-6.492	-0.073	27.51
H ₂ SiO ₄ ⁻²	3.239e-14	1.723e-14	-13.490	-13.764	-0.274	(0)
SiF ₆ ⁻²	1.918e-27	1.009e-27	-26.717	-26.996	-0.279	41.67

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 58, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro minerální vodu Lubovnianska tato informace říká, že za daných modelových podmínek se jako nasycený jeví chalcedonit a křemen a tyto minerály budou mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 58 Minerální fáze minerální vody Lubovnianska, vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-2.89	-7.01	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.34	-8.60	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-0.19	-8.60	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	0.97	-2.77	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-9.19	24.97	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.31	-1.58	-1.27	CO ₂
Dolomite	-0.23	-16.96	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Fluorite	-1.86	-12.65	-10.80	CaF ₂
Gypsum	-2.42	-7.01	-4.59	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.75	-23.80	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-7.63	-6.07	1.56	NaCl
Hausmannite	-23.26	41.67	64.94	Mn ₃ O ₄
Manganite	-8.00	17.34	25.34	MnOOH
NH ₃ (g)	-9.52	-7.39	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-47.11	-49.87	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.22	6.98	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-16.20	27.70	43.91	MnO ₂ :H ₂ O
Quartz	1.44	-2.77	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.47	-11.54	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-4.15	12.03	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(d)	-6.63	12.03	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
SiO ₂ (a)	0.07	-2.77	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-8.63	-7.81	0.82	KCl
Talc	-3.77	19.43	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Lubovnianka

- Lubovnianka je studená, silně mineralizovaná, kyselka typu Mg, Ca, Mg – HCO₃.
- Její chemismus se tvoří v neogenních pískovcích a jílovcích za aktivního působení CO₂. Specifickou vlastností minerální vody Lubovnianka je velmi rovnoměrné zastoupení sodíku, vápníku a hořčíku.
- Z dat za roky 1995 - 2004 vyplývá velké kolísání obsahů SO₄, Na a K.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Chalcedonit a křemen mají tendenci se z minerální vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Lubovnianka

- Bajo, I., Mlynarčík, M., Jetel, J., Szabová, A. (2005): Paleogén Spišskej Magury, Ľubovnianskej vrchoviny, sz. časti Spišskošarišského mezozoika a Pienin, hydrogeologický rajón PQ 141. Archív Geokonzultu, Košice.
- Franko, O., Gazda, S. Michalíček, (1975). Tvorba a klasifikácia minerálných vod Západných Karpát.- geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Franko, O., Zakovič, M. (1980): Rekognoskácia minerálných prameňov SSR.- Geofond. Bratislava.
- Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarík, J., Zeman, J. (1977): Minerálne vody Slovenska, Balneografia a krenografia. Osveta.
- Tkáčik, P. a kol. (1974) Zhodnotenie prameňov minerálných vod Západných Karpát a ich ochrana.- Geofond. Bratislava.
- Zakovič, M., Halečka, J., Marcin D. (2005): Podklady pre návrh ochranných pásiem zdroja prírodnej minerálnej vody Veronika (LZ-6) v Ľubonianskych Kúpeloch. Podzemná voda XI/2005 č.2

MITICKÁ

Studená, silně mineralizovaná kyselka typu Ca, Mg - HCO₃

Geneze minerální vody Mitická

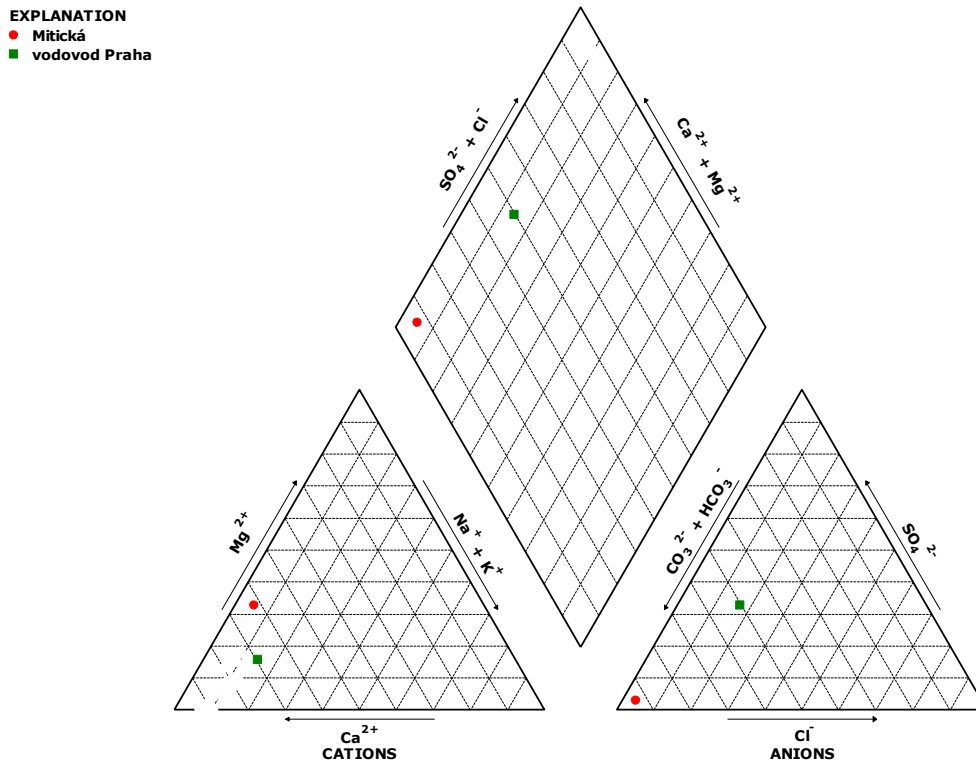
Minerální voda Mitická je jímána vrtem MP1 na jižním svahu Strážovských vrchů v obci Trenčianske Mitice jižně od Trenčianských Teplic. S Trenčianskou sirnou termou však nemá nic společného. Mitická minerální voda je totiž studená kyselka, jejíž chemické složení se tvoří interakcí srážkové vody s vápencovo-dolomitickým horninovým prostředím s puklinovou až krasovou propustností, v relativně malých hloubkách pod povrchem. Aktivní úlohu při formování výsledného chemismu a rozpouštění minerálů hraje juvenilní kysličník uhličitý. Trenčianké Mitice patří mezi hydrogeologicky méně prozkoumané zdroje minerálních vod.

Přestože Mitická kyselka nespadá do kategorie léčivých vod je doporučena pro prevenci osteoporózy, má příznivé účinky při poruchách zažívacího traktu, při chronických zánětech dýchacích a močových cest a při alergických chorobách. Díky nízkému obsahu sodíku je doporučována lidem s kardiovaskulárními problémy.

Zařazení chemického typu přírodní minerální vody Mitická do kontextu běžných pitných vod

Na Piperově diagramu (obr. 21) je porovnán genetický typ minerální vody Mitická s běžnou pitnou vodou. Z grafické prezentace vyplývá, že Mitická se po chemické stránce odlišuje od vody pitné především anionty – jedná se totiž o vodu čistě hydrogenkarbonátovou. Co se týče kationtů, pak Mitická obsahuje ve srovnání s pražskou pitnou vodou méně sodíku a naopak více iontů vápníku.

Obrázek 21 Srovnání chemického typu minerální vody Mitická s pitnou vodou v Praze



Tabulka 595 Vybrané ukazatele v minerální vodě Mitická

Ukazatel	Zjištěná hodnota	Metoda
Konduktivita (κ , 25 °C; mS.m ⁻¹)	156	DIN ISO EN 27 888
Hodnota pH (25 °C)	6,40	DIN EN ISO 10523
Odparek (při 180 °C; mg.l ⁻¹)	971	ČSN 75 7346
Amonné ionty (NH ₄ ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,02	DIN 38406 (E 5)
Lithium (Li ⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,03	HV-LU 04: Li-AAS
Sodík (Na ⁺ ; mg.l ⁻¹)	22,6	DIN ISO 9964-3
Draslík (K ⁺ ; mg.l ⁻¹)	1,6	DIN ISO 9964-3
Hořčík (Mg ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	78,2	DIN EN ISO 11885 BE
Mangan (Mn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	0,10	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Selen (Se; mg.l ⁻¹)	< 0,001	DIN 38405 (D 23)
Vápník (Ca ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	247	DIN EN ISO 11885 BE
Zinek (Zn ²⁺ ; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 BE
Železo (Fe; mg.l ⁻¹)	< 0,01	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chloridy (Cl ⁻ ; mg.l ⁻¹)	25,8	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Fluoridy (F ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Jodidy (I ⁻ ; mg.l ⁻¹)	0,006	DIN 38405 (D 33)
Dusitany (NO ₂ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	< 0,005	DIN EN 26777 (D 10)
Dusičnany (NO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	4,8	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻ ; mg.l ⁻¹)	1 120	DIN EN ISO 9963-1
Sířany (SO ₄ ²⁻ ; mg.l ⁻¹)	25,7	DIN EN ISO 10304-1 (D 19)
Kyselina křemičitá (H ₂ SiO ₃ ; mg.l ⁻¹)	7,1	DIN EN ISO 11885

Látková bilance – kontrolní výpočty

Iontové složení	mg.l ⁻¹	mval.l ⁻¹	mmol.l ⁻¹	ekv%
2.1. Anionty				
Chloridy (Cl ⁻)	25,8	0,728	0,728	3,70
Hydrogenuhličitaný (HCO ₃ ⁻)	1 120	18,355	18,355	93,19
Dusitany (NO ₂ ⁻)	< 0,005	-	-	-
Dusičnany (NO ₃ ⁻)	4,8	0,077	0,077	0,39
Sírany (SO ₄ ²⁻)	25,7	0,535	0,268	2,72
Fluoridy (F ⁻)	< 0,2	-	-	-
Jodidy (I ⁻)	0,006	0,000	0,000	0,00
Anionty celkem	1 176,306	19,695	19,428	100
2.2. Kationty				
Amonné ionty (NH ₄ ⁺)	0,02	0,001	0,001	0,00
Lithium (Li ⁺)	0,03	0,004	0,004	0,02
Sodík (Na ⁺)	22,6	0,983	0,983	4,97
Draslík (K ⁺)	1,6	0,041	0,041	0,21
Hořčík (Mg ²⁺)	78,2	6,431	3,217	32,50
Vápník (Ca ²⁺)	247	12,325	6,163	62,28
Mangan (Mn ²⁺)	0,10	0,004	0,002	0,02
Železo (Fe)	< 0,01	-	-	-
Kationty celkem	349,55	19,789	10,411	100
Iontově rozpuštěné látky	1 525,856		29,839	

Speciace roztoku přírodní minerální vody Mitická programem PHREEQC

Pomocí geochemického modelovacího programu PHREEQC byly zpracovány údaje o chemickém složení minerální vody Mitická. Chyba rozboru dosahuje 0,26%, což dokládá velmi dobrou kvalitu rozboru (akceptovatelná hodnota pod 5%). Program stanovil tzv. speciaci roztoku, to znamená, že poskytl informace o tom, v jaké iontové formě se jednotlivé prvky a molekuly vyskytují.

Z tabulky 60 je zřejmé, že v případě minerální vody Mitická pouze iont trojmocného manganu se vyskytuje samostatně. Všechny další ionty jsou v minerální vodě zastoupeny v často velmi pestrém druhovém zastoupení iontových párů, jejichž detailní popis podává následující tabelární přehled.

Tabulka 60 Speciace roztoku minerální vody Mitická

Species	Molality	Activity	Log		Log Gamma	mole V cm ³ /mol
			Molality	Activity		
H ⁺	4.524e-07	3.981e-07	-6.345	-6.400	-0.055	0.00
OH ⁻	8.662e-09	7.383e-09	-8.062	-8.132	-0.069	-4.87
H ₂ O	5.551e+01	9.992e-01	1.744	-0.000	0.000	18.02
C(4)	3.579e-02					
HCO ₃ ⁻	1.753e-02	1.513e-02	-1.756	-1.820	-0.064	23.33
CO ₂	1.741e-02	1.752e-02	-1.759	-1.756	0.003	33.66

CaHCO ₃ ⁺	5.059e-04	4.383e-04	-3.296	-3.358	-0.062	9.01
MgHCO ₃ ⁺	3.215e-04	2.750e-04	-3.493	-3.561	-0.068	4.99
NaHCO ₃	7.767e-06	7.816e-06	-5.110	-5.107	0.003	1.80
CaCO ₃	5.232e-06	5.265e-06	-5.281	-5.279	0.003	-14.66
(CO ₂) ₂	3.263e-06	3.284e-06	-5.486	-5.484	0.003	67.32
CO ₃ - ₂	2.226e-06	1.236e-06	-5.653	-5.908	-0.255	-6.89
MgCO ₃	1.508e-06	1.517e-06	-5.822	-5.819	0.003	-17.07
MnHCO ₃ ⁺	8.264e-07	7.116e-07	-6.083	-6.148	-0.065	(0)
MnCO ₃	5.148e-08	5.180e-08	-7.288	-7.286	0.003	(0)
NaCO ₃ ⁻	1.016e-08	8.716e-09	-7.993	-8.060	-0.067	-2.81
Ca	6.172e-03					
Ca ²⁺	5.610e-03	3.117e-03	-2.251	-2.506	-0.255	-18.10
CaHCO ₃ ⁺	5.059e-04	4.383e-04	-3.296	-3.358	-0.062	9.01
CaSO ₄	5.104e-05	5.137e-05	-4.292	-4.289	0.003	6.79
CaCO ₃	5.232e-06	5.265e-06	-5.281	-5.279	0.003	-14.66
CaOH ⁺	1.514e-09	1.298e-09	-8.820	-8.887	-0.067	(0)
CaHSO ₄ ⁺	1.299e-10	1.114e-10	-9.886	-9.953	-0.067	(0)
Cl	7.288e-04					
Cl ⁻	7.288e-04	6.225e-04	-3.137	-3.206	-0.068	17.48
MnCl ⁺	1.554e-09	1.338e-09	-8.809	-8.874	-0.065	-8.05
MnCl ₂	3.613e-13	3.636e-13	-12.442	-12.439	0.003	109.25
MnCl ₃ ⁻	7.239e-17	6.234e-17	-16.140	-16.205	-0.065	44.02
H(0)	2.610e-24					
H ₂	1.305e-24	1.313e-24	-23.884	-23.882	0.003	28.63
K	4.098e-05					
K ⁺	4.096e-05	3.495e-05	-4.388	-4.457	-0.069	8.50
KSO ₄ ⁻	2.253e-08	1.945e-08	-7.647	-7.711	-0.064	33.64
Li	4.330e-06					
Li ⁺	4.328e-06	3.750e-06	-5.364	-5.426	-0.062	-0.81
LiSO ₄ ⁻	1.983e-09	1.708e-09	-8.703	-8.768	-0.065	(0)
Mg	3.221e-03					
Mg ²⁺	2.872e-03	1.619e-03	-2.542	-2.791	-0.249	-20.91
MgHCO ₃ ⁺	3.215e-04	2.750e-04	-3.493	-3.561	-0.068	4.99
MgSO ₄	2.620e-05	2.637e-05	-4.582	-4.579	0.003	5.12
MgCO ₃	1.508e-06	1.517e-06	-5.822	-5.819	0.003	-17.07
MgOH ⁺	4.080e-09	3.545e-09	-8.389	-8.450	-0.061	(0)
Mn(2)	1.823e-06					
Mn ²⁺	9.364e-07	5.276e-07	-6.029	-6.278	-0.249	-19.66
MnHCO ₃ ⁺	8.264e-07	7.116e-07	-6.083	-6.148	-0.065	(0)
MnCO ₃	5.148e-08	5.180e-08	-7.288	-7.286	0.003	(0)
MnSO ₄	7.196e-09	7.242e-09	-8.143	-8.140	0.003	30.96
MnCl ⁺	1.554e-09	1.338e-09	-8.809	-8.874	-0.065	-8.05
MnOH ⁺	1.091e-11	9.393e-12	-10.962	-11.027	-0.065	(0)
MnCl ₂	3.613e-13	3.636e-13	-12.442	-12.439	0.003	109.25
Mn(NO ₃) ₂	9.374e-15	9.434e-15	-14.028	-14.025	0.003	46.00
MnCl ₃ ⁻	7.239e-17	6.234e-17	-16.140	-16.205	-0.065	44.02
Mn(OH) ₃ ⁻	1.535e-22	1.322e-22	-21.814	-21.879	-0.065	(0)
Mn(3)	5.128e-29					
Mn ³⁺	5.128e-29	1.624e-29	-28.290	-28.789	-0.499	(0)
N(-3)	1.110e-06					
NH ₄ ⁺	1.109e-06	9.377e-07	-5.955	-6.028	-0.073	17.39
NH ₄ SO ₄ ⁻	1.469e-09	1.260e-09	-8.833	-8.900	-0.067	32.13
NH ₃	4.361e-10	4.389e-10	-9.360	-9.358	0.003	23.51
N(5)	7.753e-05					
NO ₃ ⁻	7.753e-05	6.584e-05	-4.111	-4.182	-0.071	27.77

Mn(NO ₃) ₂	9.374e-15	9.434e-15	-14.028	-14.025	0.003	46.00
Na	9.846e-04					
Na ⁺	9.763e-04	8.400e-04	-3.010	-3.076	-0.065	-2.28
NaHCO ₃	7.767e-06	7.816e-06	-5.110	-5.107	0.003	1.80
NaSO ₄ ⁻	4.602e-07	3.973e-07	-6.337	-6.401	-0.064	15.06
NaCO ₃ ⁻	1.016e-08	8.716e-09	-7.993	-8.060	-0.067	-2.81
NaOH	6.163e-22	6.202e-22	-21.210	-21.207	0.003	(0)
O(0)	0.000e+00					
O ₂	0.000e+00	0.000e+00	-49.717	-49.715	0.003	28.95
S(6)	2.679e-04					
SO ₄ ⁻²	1.902e-04	1.043e-04	-3.721	-3.982	-0.261	12.18
CaSO ₄	5.104e-05	5.137e-05	-4.292	-4.289	0.003	6.79
MgSO ₄	2.620e-05	2.637e-05	-4.582	-4.579	0.003	5.12
NaSO ₄ ⁻	4.602e-07	3.973e-07	-6.337	-6.401	-0.064	15.06
KSO ₄ ⁻	2.253e-08	1.945e-08	-7.647	-7.711	-0.064	33.64
MnSO ₄	7.196e-09	7.242e-09	-8.143	-8.140	0.003	30.96
HSO ₄ ⁻	3.467e-09	2.974e-09	-8.460	-8.527	-0.067	39.00
LiSO ₄ ⁻	1.983e-09	1.708e-09	-8.703	-8.768	-0.065	(0)
NH ₄ SO ₄ ⁻	1.469e-09	1.260e-09	-8.833	-8.900	-0.067	32.13
CaHSO ₄ ⁺	1.299e-10	1.114e-10	-9.886	-9.953	-0.067	(0)
Si	1.183e-04					
H ₄ SiO ₄	1.183e-04	1.191e-04	-3.927	-3.924	0.003	53.67
H ₃ SiO ₄ ⁻	2.896e-08	2.477e-08	-7.538	-7.606	-0.068	27.50
H ₂ SiO ₄ ⁻²	2.618e-15	1.454e-15	-14.582	-14.838	-0.255	(0)

Z dalšího modelového výstupu, prezentovaném v tabulce 61, je zřejmé, jakými minerály je daná voda přesycená. Konkrétně pro minerální vodu Mitická tato informace říká, že za daných modelových podmínek na hranici nasycení stojí pouze křemen a je jediným minerálem, který by teoreticky mohl mít tendenci se z vody srážet.

Tabulka 61 Minerální fáze minerální vody Mitická vůči nimž je roztok přesycen

Phase	SI**	log IAP	log K(283 K, 1 atm)	
Anhydrite	-2.37	-6.49	-4.12	CaSO ₄
Aragonite	-0.16	-8.41	-8.26	CaCO ₃
Calcite	-0.00	-8.41	-8.41	CaCO ₃
Chalcedony	-0.19	-3.92	-3.73	SiO ₂
Chrysotile	-11.98	22.18	34.16	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-0.49	-1.76	-1.27	CO ₂
Dolomite	-0.39	-17.11	-16.72	CaMg(CO ₃) ₂
Gypsum	-1.90	-6.49	-4.59	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.83	-23.88	-3.05	H ₂
H ₂ O(g)	-1.91	-0.00	1.91	H ₂ O
Halite	-7.84	-6.28	1.56	NaCl
Hausmannite	-24.57	40.37	64.94	Mn ₃ O ₄
Manganite	-8.42	16.92	25.34	MnOOH
NH ₃ (g)	-11.49	-9.36	2.13	NH ₃
O ₂ (g)	-46.95	-49.71	-2.77	O ₂
Pyrochroite	-8.68	6.52	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-16.59	27.32	43.91	MnO ₂ ·H ₂ O
Quartz	0.29	-3.92	-4.21	SiO ₂
Rhodochrosite	-1.11	-12.19	-11.07	MnCO ₃
Sepiolite	-7.93	8.25	16.18	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O

Sepiolite (d)	-10.41	8.25	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
SiO ₂ (a)	-1.08	-3.92	-2.84	SiO ₂
Sylvite	-8.48	-7.66	0.82	KCl
Talc	-8.87	14.33	23.20	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

Závěr pro přírodní minerální vodu Mitická

- Mitická je studená, silně mineralizovaná, kyselka typu Ca, Mg, – HCO₃.
- Její chemismus se tvoří v místně zkrasovělých vápencích a dolomitech za aktivního působení CO₂.
- Mitická patří mezi hydrogeologicky méně prozkoumané zdroje minerálních vod.
- Pouze ionty trojmocného manganu se v roztoku vyskytují samostatně, všechny ostatní ionty mají tendence vytvářet iontové páry.
- Na hranici nasycení stojí pouze křemen a je jediným minerálem, který by teoreticky mohl mít tendenci se z vody srážet.

Literatura pro přírodní minerální vodu Mitická

Franko, O., Šivo, A. (1997): Vzťah geotermálnych vôd a travertínov na okrajoch Levočských vrchov. Zb. z konferencie "Geotermálna energia vých. Slovenska a jej využitie. Publ. SGA. Stará Lesná. 77-84.