

## Vlastnosti vody a její vliv na provoz parních elektrických zvlhčovačů **HygroMATIK**

Voda není nikdy ideálně čistá, ale vždy obsahuje různorodé částice a chemické prvky. Jakost vody a její chemické složení se posuzuje s ohledem na vhodnost jejího použití v konkrétních případech.

Základním předpokladem pro hygienický provoz parních elektrických zvlhčovačů Hygromatik, je použití čisté vody (nejlépe pitné vody) bez chemických nečistot. Z hlediska dosažení optimálního provozu tohoto zvlhčovače nás bude dále zajímat i hodnota měrné vodivosti a tvrdosti vody, neboť tyto parametry mají přímý vliv na životnost elektrod a tvorbu usazenin ve varném válci zvlhčovače.

### TVRDOST VODY

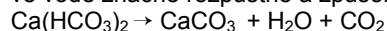
Tvrdost vody je obecně charakterizována obsahem solí vápníku a hořčíku (kationty  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ), jejichž přítomností ve vodě vznikají anionty  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  a spolu s kyselinou křemičitou  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  tvoří kotelní kámen.

Vápník a hořčík tvoří soli: bikarbonáty / $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ /, sírany / $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ /, chloridy / $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ / nebo dusičnany / $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ /. Čím vyšší je koncentrace těchto solí, tím je vyšší i tvrdost vody. Dále rozeznáváme tvrdost vody: celkovou, karbonátovou a nekarbonátovou (permanentní).

### Karbonátová tvrdost vody

Je vyvolána bikarbonáty vápníku a hořčíku / $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ / a je někdy nazývána jako tvrdostí částečně přechodnou. Se zvyšující teplotou vody se karbonátová tvrdost vody částečně snižuje, vlivem rozkladu obou bikarbonátů. Rozkladem vzniká kal a vápenaté usazeniny.

Při dlouhodobějším varu vody ovšem rozklad bikarbonátů není úplný a postupně vznikají sloučeniny, které jsou ve vodě značně rozpustné a způsobují tvrdost stálou.



### Důsledky vysoké karbonátové tvrdosti vody na provoz zvlhčovače:

Ohřevem vody ve varném válci zvlhčovače k bodu varu, dochází k tvorbě většího množství kalu a usazenin, které se ukládají ve válci nebo celém odkalovacím systému zvlhčovače.

Narůstající usazeniny postupně brání elektrodám v účinném ponoření do vody a tím snižují i maximální výkon zvlhčovače. V extrémních případech, kdy není provedena včasná údržba (vyčištění válce) může mezi elektrodami dojít ke vzniku vodivých můstků, které způsobí elektrický zkrat. Životnost elektrod se tímto snižuje.

### Nekarbonátová ( permanentní ) tvrdost vody

Je způsobována chloridy, sírany, dusičnany a jinými anionty vápenatých nebo hořečnatých solí kromě bikarbonátů. Tato tvrdost je nazývána jako stálá, neboť přetrvává i při zvýšení teploty vody.

### Celková tvrdost vody

Celkovou tvrdost vody způsobují všechny soli vápníku a hořčíku.

Celková tvrdost vody = karbonátová tvrdost vody + nekarbonátová tvrdost vody

### Stupeň tvrdosti vody

Obvykle se udává v (mval/l) (tj. milival / l) = miligramekvivalent / l :

$$1 \text{ mval / l } \text{Ca}^{++} = 20 \text{ mg / l}$$

$$1 \text{ mval / l } \text{CaO} = 28 \text{ mg / l}$$

Často se tvrdost udává i v „německých stupních“ s označením (°dH) nebo (°N)

Kromě německých stupňů se dále v některých zemích používají stupně anglické, francouzské atd.

Přepočty stupňů tvrdosti vody jsou uvedeny v tabulce (viz. dále).

**Podle stupně tvrdosti je voda :**

velmi měkká	měkká	středně tvrdá	tvrdá	velmi tvrdá	extrémně tvrdá
0	4	8	12	18	30 (°dH)

#### Tabulka jednotek a stupňů tvrdosti vody :

	°dH	°eH	°fH	°aH	mval / l	mmol / l	mg CaO / l	µS / cm
1°dH	1	1,25	1,79	1,04	0,357	0,178	10	29
1°eH	0,8	1	1,43	0,83	0,286	1,43	8	23,2
1°fH	0,56	0,7	1	0,58	0,2	0,1	5,58	16,2
1°aH	0,96	1,2	1,71	1	0,343	0,17	9,6	27,8
1mval / l	2,8	3,5	5	3,23	1	0,5	27,77	81,2
1mmol / l	5,6	7	10,02	5,82	2	1	55,55	162,4
1mg CaO / l	0,1	0,125	0,179	0,104	0,036	0,018	1	2,9
1 µS / cm	0,035	0,043	0,062	0,036	0,012	0,006	0,345	1

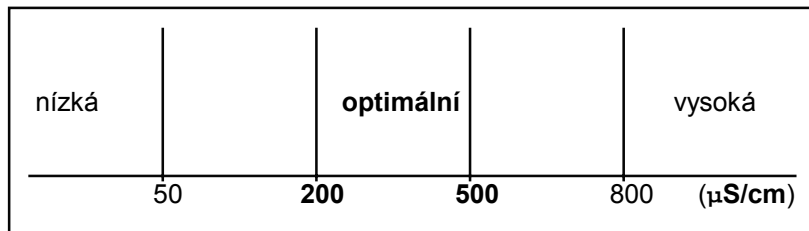
#### Vysvětlivky :

- (°dH) - německý stupeň tvrdosti
- (°eH) - anglický stupeň tvrdosti
- (°fH) - francouzský stupeň tvrdosti
- (°aH) - americký stupeň tvrdosti
- ( mval/l ) - miligramekvivalent
- ( mmol / l ) - látkové množství
- (mg CaO / l) - ekvivalent
- (µS / cm) - měrná vodivost vody (uvedená převodní čísla jsou přibližná)

### MĚRNÁ VODIVOST VODY

Je ovlivněna koncentrací rozpuštěných solí ve vodě a teplotou vody. Čím vyšší je teplota vody a větší koncentrace solí, tím je větší měrná vodivost vody. Měrná vodivost vody se udává v (µS/cm). Při provozu zvlhčovače je rozhodující dosahovaná měrná vodivost vody při teplotě cca 100°C.

#### Rozsah měrné vodivosti vody pro parní zvlhčovače Hygromatik :



Poznámka: měřeno při teplotě vody 15 °C



**Rozsah měrné vodivosti vody pro parní zvlhčovače Hygromatik je 50 - 800 (µS/cm)**

#### Důsledky vysoké měrné vodivosti vody na provoz zvlhčovače:

Pokud je měrná vodivost vody vysoká, varný válec zvlhčovače je naplněn menším množstvím vody a tím je i ponořená plocha elektrod menší.

Protože procházející el. proud ve varném válci je přenášen menší plochou elektrod (materiál elektrod je více tepelně namáhán), dochází k jejich rychlejšímu opotřebení.

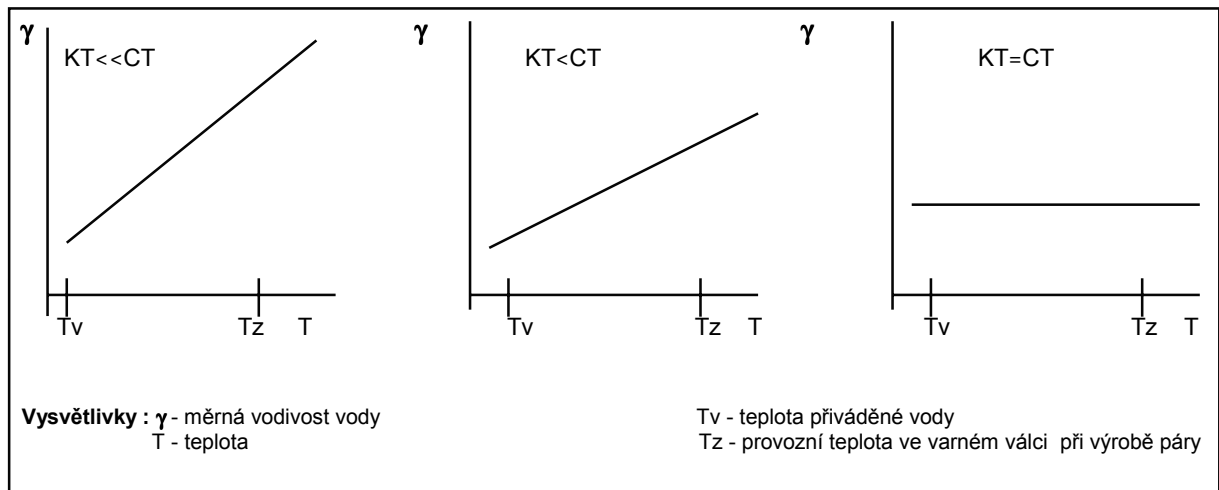
V tomto případě jsou náklady na údržbu vyšší, neboť se elektrody musí častěji vyměňovat.

#### Důsledky nízké měrné vodivosti vody na provoz zvlhčovače:

V případě nízké vodivosti vody je naopak varný válec naplněn větším množstvím vody (případně přeplněn vodou, která odtéká přepadem do odpadu). Zvlhčovač není schopen dosáhnout ihned jmenovitého výkonu. Ohřevem vody ve válci a postupným vylučováním minerálních sloučenin se později může měrná vodivost vody zvýšit na optimální hodnotu, V extrémních případech ovšem může dojít k trvalému stavu, kdy zvlhčovač jmenovitého výkonu vlivem nízké měrné vodivosti vůbec nedosáhne.

Pokud je měrná vodivost nižší než 50 µS/cm, používají se parní zvlhčovače Hygromatik řady DBV s topnými odporovými spirálami nikoli s elektrodami.

#### Změna měrné vodivosti vody v závislosti na teplotě vody s poměrem karbonátové tvrdosti (KT) a celkové tvrdosti vody (CT)



## NĚKTERÉ ÚPRAVY VODY

### Změkčování

Je proces založený na iontové výměně. Hmoty (přírodní nebo syntetické), které mají obecně schopnost ionty vyměňovat se nazývají „měniče iontů“ a dále se dělí na měniče kationtů (tzv. katexy) a měniče aniontů (tzv. anexy).

Při změkčování vody se kationty vápníku a hořčíku ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ) vymění za kationty sodíku  $\text{Na}^+$ , takže obsah kationtů, vyjádřený v (mval/l) zůstává stejný.

### Částečné odsolování

Je proces výměny iontů vodíku, jestliže neupravená voda má vysokou hodnotu karbonátové tvrdosti. Částečným odsolováním je také proces vzniku vápenitých usazenin při zvýšení teploty vody.

### Dekarbonizace

Odstraňování bikarbonátového iontu ( $\text{HCO}_3^-$ ) z vody, výměnou kationtů ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  ...) vodíkem.

### Demineralizace

Odstraňování iontů slabých i silných kyselin a zásad, výměnou všech aniontů a kationtů tuhými roztoky iontů  $\text{OH}^-$ .

### Reverzní osmóza

Solný roztok a čistá voda je oddělena polopropustnou membránou. Čistá voda prochází přes membránu a ředí solný roztok až je dosažena rovnovážná koncentrace.

### Směšování

V případě změkčování, demineralizace a reverzní osmózy se doporučuje směšování upravené vody s neupravenou vodou s tvrdostí 2 - 6 °dH.

Změkčování bude vždy kompromisem mezi zvyšováním měrné vodivosti vody a snižováním tvorby kotelního kamene.

Směšováním při demineralizaci a reverzní osmóze je potřebné dosáhnout minimální měrné vodivosti vody, aby mohl být parní zvlhčovač s elektrodami optimálně řízen.

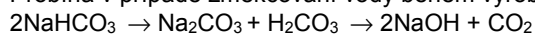
### Obsah volného chloridu

Nerezová ocel je citlivá na korozi, jestliže je v kontaktu s vodou, obsahující volný chlorid. Tento jev se více projevuje při teplotě vody nad 50 °C.

Pokud koncentrace volného chlóru je vyšší než 100mg/l, doporučují se elektrody galvanicky pozinkované.

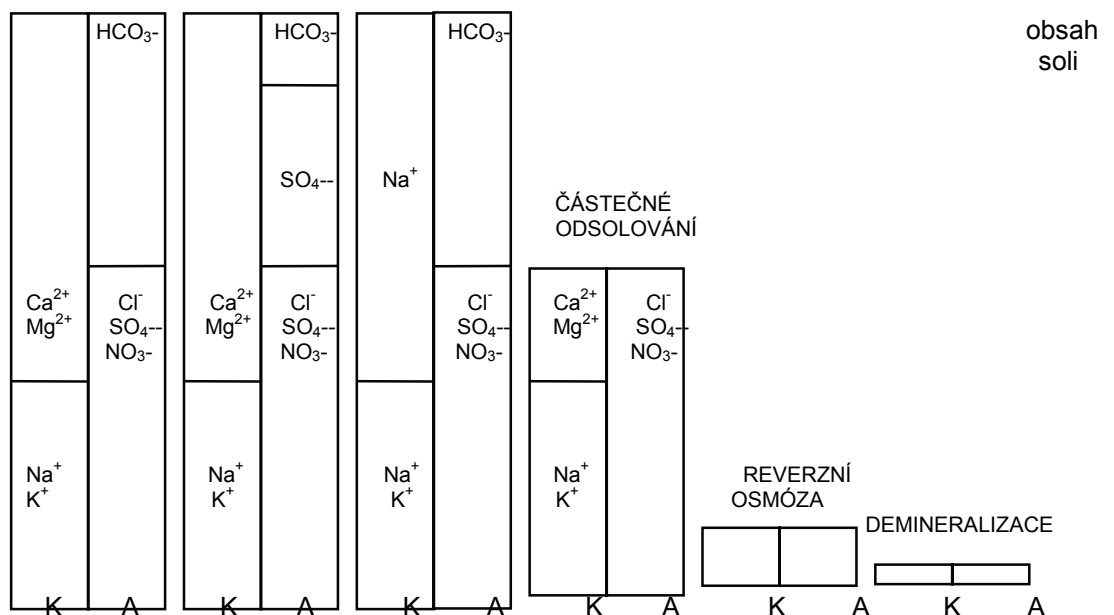
### Rozklad $2\text{NaHCO}_3$

Probíhá v případě změkčování vody během výroby páry podle následující rovnice:



## GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ÚPRAV VODY

NEUPRAVENÁ DEKARBONIZACE ZMĚKČOVÁNÍ



Vysvětlivky : K - kationty A - anionty

**PŘEHLED ÚPRAV VODY A D•SLEDK•**

Druh úpravy vody	Výsledek úpravy
<b>Změkčování</b>	*zvýšení měrné vodivosti *nebezpečí vzniku solných Mústků *rozklad 2NaHCO <sub>3</sub>
<b>Částečné odsolování</b>	*zabránění tvorby kotelního kamene *snížení měrné vodivosti
<b>Dekarbonizace</b>	*zabránění tvorby kotelního kamene *měrná vodivost bude stálá *snížení karbonátové tvrdosti
<b>Demineralizace</b>	*měrná vodivost → 0
<b>Reverzní osmóza</b>	*měrná vodivost → 0

**Posouzení parametrů vstupní vody**

Nejdůležitější je posouzení měrné vodivosti vody při cca 20°C a cca 100°C, stupně celkové a karbonátové tvrdosti vody.

**Změna provozních parametrů při vysoké nebo nízké měrné vodivosti vody**

V zásadě lze u zvlhčovače změnit následující parametry:

- prodloužení nebo zkrácení periody částečného odkalování
- prodloužení nebo zkrácení doby odkalování
- plné odkalování ( zapnuto / vypnuto )
- prodloužení nebo zkrácení periody úplného odkalování

**Poznámka:** V případě zvýšení intenzity plného odkalování , přestavením uvedených parametrů, je nutné počítat s častějšími prodlevami ve výrobě páry, které se objevují během trvání každého odkalovacího cyklu. Intenzivnějším odkalováním se také zvyšuje spotřeba vody.

**DOPORUČENÁ PROVOZNÍ OPATŘENÍ V ZÁVISLOSTI NA PARAMETRECH VODY**

## Izolační hvězdice

Pokud je měrná vodivost vody vysoká, lze elektrody ve varném válci stínit pomocí hvězdice z izolačního materiálu.

**Pozor:** Použitím izolační hvězdice se snižuje účinnost odkalování

## Vířivé odkalování

V případech, kde dochází k velké tvorbě a ukládání usazenin ve varných válcích parních zvlhčovačů Hygromatik lze dodatečně (u modelů Hy1-Hy7, DB4-DB90, C10-C45) nainstalovat soupravu pro vířivé odkalování.

Dodatečná instalace vířivého odkalování vyžaduje :

- záměnu standardně zabudovaného samostatného napouštěcího el.magn. ventilu za dvojici el. magn. ventilů napouštěcího + pomocného .
- zapuštění pomocné vodní trysky do dna varného válce.
- napojení pomocného el. magn. ventilu na vodní trysku a elektrické propojení ventilu s odkalovacím čerpadlem.

Funkce spočívá v otevření pomocného el. magn. ventilu v průběhu odkalování varného válce. Proudem vody z pomocné trysky se ve spodní části rozvíří usazeniny, které se současně odplaví odčerpáním.

Popis zařízení :

- 1 - Dvojice el. magn. ventilů
- 2 – Propojovací hadice mezi el. magn. ventilem a tryskou
- 3 - Propojovací hadice mezi el. magn.ventilem a patkou varného válce
- 4 - Napájecí vodič s konektorem na elektrodu
- 5 - Napájecí vodič s konektorem na sensorovou elektrodu
- 6 - Horní polovina varného válce
- 7 - Uzavírací svorky varného válce
- 8 - Spodní polovina varného válce
- 9 - Vodní tryska
- 10 - Propojovací vodič s konektorem pro odkalovací čerpadlo
- 11 - Patka varného válce
- 12 - Propojovací vodič s konektorem pro pomocný el. magn. ventil.
- 13 - Připojení vody
- 14 - Vyústka spodní poloviny varného válce pro zabudování vodní trysky
- 15 - Těsnění patky varného válce
- 16 - Vyústka pro návrat kondenzátu
- 17 - Parní hadice

**Upozornění :** Systém vířivého odkalování nelze použít v kombinaci s izolační hvězdicí.

U zvlhčovačů Hygromatik se dvěma varnými válci, se instaluje souprava vířivého odkalování zvlášť pro každý válec.

Vířivým odkalováním se nepatrně zvyšuje spotřeba vody.

## TABULKA PROVOZNÍCH OPATŘENÍ

Stupeň celkové tvrdosti CT ( °dH)	KT << CT	KT < CT	KT = CT
CT > 20 $\gamma_{15 .c} > 800$ (μS/cm)	* Válcová hvězdice * Demineralizace + směšování * Změna provozních parametrů * Reverzní osmóza + směšování	* Válcová hvězdice * Demineralizace + Směšování * Změna provozních Parametrů * Reverzní osmóza + Směšování * Částečné odsolování * Vířivé odkalování * Změkčování + směšování + válcová hvězdice * Dekarbonizace + válcová hvězdice	* Vířivé odkalování * Dekarbonizace + válcová hvězdice * Změkčování + směšování + válcová hvězdice * Demineralizace + směšování
2 < CT < 20 50 < $\gamma_{15 .c}$ < 800	* Změna provozních parametrů	* Změna provozních Parametrů * Změkčování + směšování * Částečné odsolování * Dekarbonizace * Vířivé odkalování	* Změkčování + směšování * Dekarbonizace * Demineralizace + směšování * Vířivé odkalování
CT < 2 $\gamma_{15 .c} < 50$ (μS/cm)	* Změna provozních parametrů	* Změna provozních Parametrů	* Dekarbonizace * Vířivé odkalování * Změna provozních parametrů

**Poznámka :**  $\gamma_{15 .c}$  - měrná vodivost vody (μS/cm) při teplotě 15°C.  
KT - karbonátová tvrdost  
CT - celková tvrdost

### Nastavení provozních parametrů parního zvlhčovače HYGROMATIK při nižší nebo vysoké měrné vodivosti vody

Ve většině případů jsou standardně nastavené provozní parametry optimální, pokud je dodržen rozsah měrné vodivosti vody , uvedený v technické dokumentaci zvlhčovače. Změny parametrů se provádějí jen ve výjimečných případech s přihlédnutím k místním provozním podmínkám zvlhčovače.

Parametr	DB 4 - 8			DB 10 - 13		
	nízká vodivost < 50 μS / cm CT < 2	normální vodivost 50 - 800 μS / cm 2 < CT < 20	vysoká vodivost >800 μS / cm CT >20	nízká vodivost < 50 μS / cm CT < 2	Normální vodivost 50 - 800 μS / cm 2 < CT < 20	vysoká vodivost >800 μS / cm CT >20
H1	60	40	20	80	80	40
H2	3	5	7	4	7	10
H6	1*	1	1	1*	1	1
H7	2000	2000	1000	2000	2000	1500

Parametr	DB 17			DB 23 - 30		
	nízká vodivost < 50 μS / cm CT < 2	normální vodivost 50 - 800 μS / cm 2 < CT < 20	vysoká vodivost >800 μS / cm CT >20	nízká vodivost < 50 μS / cm CT < 2	Normální vodivost 50 - 800 μS / cm 2 < CT < 20	vysoká vodivost >800 μS / cm CT >20
H1	60	40	20	60	40	20
H2	4	7	10	3	5	7
H6	1*	1	1	1*	1	1
H7	2000	2000	1500	2000	2000	1000

<b>DB 45, 90</b>			
Parametr	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost
	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20
H1	80	80	40
H2	4	7	10
H6	1*	1	1
H7	2000	2000	1500

<b>C6, MS5</b>			<b>C10, MS10</b>			
Parametr	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost
	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20
H1	60	40	20	60	40	20
H2	2	4	6	5	8	10
H6	1*	1	1	1*	1	1
H7	2000	2000	1500	2000	2000	1500

<b>C17, 30</b>			<b>C45</b>			
Parametr	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost
	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20
H1	60	40	20	40	40	20
H2	7	11	14	14	22	28
H6	1*	1	1	1*	1	1
H7	2000	2000	1500	2000	2000	1500

**Poznámka :** Parametr H7 je platný pouze u regulace EMP

<b>HY 1.05, HY 1.08</b>			<b>HY 2.13</b>			
Parametr	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost
	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20
H1	60	40	20	80	80	40
H2	5	8	10	7	11	14
H6	1*	1	1	1*	1	1
H7	2000	2000	1000	2000	2000	1500

<b>HY 2.17, HY 3.23</b>			<b>HY 4.30, HY 6.60</b>			
Parametr	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost	nízka vodivost	normální vodivost	vysoká vodivost
	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20	< 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	>800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT > 20
H1	60	40	20	40	40	20
H2	7	11	14	14	22	28
H6	1*	1	1	1*	1	1
H7	2000	2000	1500	2000	2000	1500

HY 5.45, HY 7.90, HY 7.116			
Parametr	nízká vodivost < 50 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT < 2	normální vodivost 50 - 800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ 2 < CT < 20	vysoká vodivost >800 $\mu\text{S} / \text{cm}$ CT >20
H1	40	40	20
H2	22	36	42
H6	1*	1	1
H7	2000	2000	1500

**Poznámka :** Parametr H7 je platný pouze u regulace **EMP**

**Upozornění:** \* - pokud je vodivost nižší než 20  $\mu\text{S} / \text{cm}$ , bude nutné nastavit parametr H6 na 0 (vypnuto)  
(nastavení parametrů odpovídá měrné vodivosti vody při teplotě 15°C )

**Vysvětlivky :** CT - celková tvrdost ( $^{\circ}\text{dH}$ )  
H1 - perioda částečného odkalování  
H2 - doba odkalování (s)  
H6 - plné odkalování 1 / 0 (zapnuto / vypnuto)  
H7 - perioda úplného odkalování

## Závěr :

Z výše uvedených poznatků je patrné, že četnost údržby, spočívající v čištění varného válce (včetně vnitřního systému zvlhčovače) od minerálních usazenin a výměně elektrod je ovlivněna převážně kvalitou používané vody. Obecně nelze četnost údržby jednoznačně stanovit. Životnost elektrod se může pohybovat v rozmezí 2 týdnů až několik let.

Pro dosažení optimálního provozu parních zvlhčovačů je nutné dodržet následující zásady:

- ◆ Před navržením a instalací parního zvlhčovače nejdříve ověřit v místě instalace tvrdost a měrnou vodivost napájecí vody.
- ◆ V případě naměření hodnot, neodpovídajících doporučeným hodnotám, řešit problematiku vhodné předúpravy vody.
- ◆ Správně zvolit typ parního zvlhčovače s odpovídajícím maximálním výkonem. Pokud je zvlhčovač trvale poddimenzován, jeho nepřetržitý chod na plný výkon vyžaduje častější údržbu.
- ◆ Pravidelně a včasné provádět údržbu a kontrolu zvlhčovače (minimálně na začátku a konci provozní sezóny).

**AB KLIMATIZACE<sup>®</sup>**

AB Klimatizace s.r.o., Bráfova 9a, 616 00 Brno  
tel. : 541 215 445, fax. : 541 240 799  
e-mail: [info@abklimatizace.cz](mailto:info@abklimatizace.cz)  
[www.abklimatizace.cz](http://www.abklimatizace.cz)