

## Kapacitní hladinoměry nejnovější generace

Osvědčený a v průmyslu rozšířený kapacitní princip spojitého měření polohy hladiny kapalin má uživatelům stále co nabídnout. K principiálním, mnohdy dosud nepřekonaným přednostem kapacitních hladinoměrů patří zejména robustní a relativně jednoduchá konstrukce, velká provozní spolehlivost a dlouhá doba provozního života.

Obr. 1. Příklady provedení hladinoměrů řady Liquicap M



Shodou okolností to byla právě kapacitní sonda pro měření polohy hladiny, kterou jako svůj první přístroj dodávala společnost Endress+Hauser při svém vzniku v roce 1953. Vývoji a výrobě této techniky se společnost od té doby nepřetržitě věnuje více než 50 let. V současné době jsou po celém světě nainstalovány více než tři miliony různých typů kapacitních hladinoměrů této značky. Počet a bezproblémová činnost provozovaných přístrojů dokazují, že společnost Endress+Hauser je v oblasti kapacitního měření polohy hladiny skutečně kompetentním partnerem širokého spektra uživatelů v mnoha oborech průmyslu. Svě postavení předního, tempo pokroku spoluurčujícího výrobce měřicí techniky pro řízení spojitých technologických procesů společnost nadále upevňuje a rozvíjí.

### Nová všestranná generace kapacitních hladinoměrů

Posledním výsledkem vývoje je současná nabídka nové generace přístrojů pro spojitě měření polohy hladiny Liquicap, v nichž společnost Endress+Hauser zkombinovala silné stránky osvědčeného kapacitního principu se současnými možnostmi zejména elektrotechniky a informatiky. Výsledkem je řada přístrojů nabízející ve svých jednotlivých modelech vedle předností vlastního kapacitního principu navíc zejména:

- nejvyšší stupeň zabezpečení sledovaného procesu,
- snadnou montáž a uvedení do provozu,
- funkční bezpečnost na úrovni SIL 2,
- hygienické provedení,
- možnost přesně měřit v malých nádržích díky krátké době odezvy,
- spolehlivé měření velmi viskózních a nánosy vytvářejících kapalin,
- měření polohy mezihladiny neovlivněné vrstvami emulzí,
- možnost měřit i při teplotách média až 400 °C a tlacích do 50 MPa.

Tab. 1. Základní technické parametry kapacitních hladinoměrů Liquicap M a Liquicap T

Parametr	Liquicap M		Liquicap T FMI21
	FMI51	FMI52	
provedení sondy	tyč o průměru 10, 16 nebo 22 mm	lano o průměru 4 mm	dvě souběžné tyče (izolovaná Ø 5 mm, neizolovaná Ø 4 mm)
měřicí rozsah	od 0 až 100 do 0 až 4 000 mm	od 0 až 420 do 0 až 10 000 mm	od 0 až 150 do 0 až 2 500 mm
maximální chyba přístroje	nelinearita ≤ 0,25 %, reprodukovatelnost ≤ 0,1 % z rozsahu		≤ 1 % z rozsahu (délky aktivní elektrody)
rozlišení	1 · 2 <sup>-11</sup> z rozsahu		0,25 % z rozsahu
teplota média	-80 až +200 °C		-40 až +100 °C
tlak v nádrži	-0,1 až +10 MPa		-0,1 až +1 MPa
výstup	4 až 20 mA s rozhraním HART v. 5.0; impulsní (60 až 2 800 Hz); připravuje se FF		4 až 20 mA

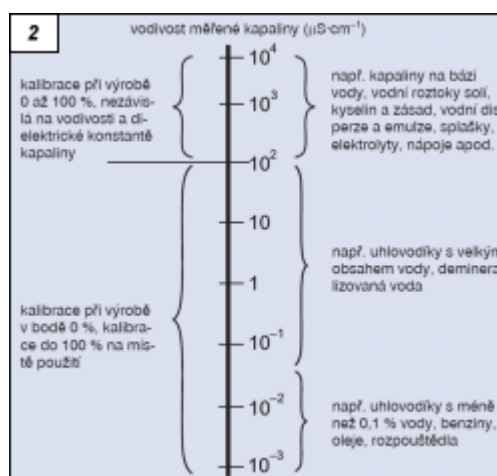
mechanická připojení	závitová, přírubová nebo v hygienickém provedení	závitová G 1 1/2", NPT G 1 1/2"
elektrické napájení	dvouvodičové připojení (smyčka 4 až 20 mA)	10 až 30 V DC, příkon <0,7 W
krytí	IP66/67/68	IP66
certifikáty a schválení	ATEX, EHEDG, FM, GL (lodní), WHG atd.	ATEX, CSA GP (USA, Kanada), WHG atd.
funkční bezp. podle IEC 61508	SIL 2	–

K dispozici jsou výkonné přístroje Liquicap M, určené pro náročné měřicí úlohy v průmyslu, a cenově výhodný přístroj Liquicap T pro všeobecné použití. Odlíšnost jednotlivých přístrojů je na první pohled patrná z jejich základních technických parametrů, jež jsou uvedeny v tab. 1. V dalším textu si povšimneme některých jejich specifických vlastností a možností použití. Pro kapacitní měření polohy hladiny při zvlášť vysokých provozních tlacích a teplotách nabízí společnost Endress+Hauser zvlášť odolné kapacitní tyčové sondy s keramickou izolací.

## Výkonné hladinoměry Liquicap M

Kapacitní hladinoměry Liquicap M (obr. 1) existují v provedení s tyčovou sondou (typ FMI51) nebo s lanovou sondou (typ FMI52 s měřicím rozsahem až 10 m). Měří spojitě polohu hladiny všech druhů kapalin. Využívá se závislost kapacity kondenzátoru, tvořeného aktivní elektrodou, měřenou kapalinou a vodivou stěnou nádrže, popř. uzemněnou trubkou (protielektrodou) obklopující aktivní elektrodu (plastové nádrže apod.), na hloubce ponoru sondy v kapalině. Elektronická část hladinoměru převádí tuto kapacitu na elektrický analogový nebo impulsní proudový výstupní signál.

### Obr. 2. Oblasti použití hladinoměrů Liquicap M



Hladinoměry Liquicap M jsou přístroje vyšší výkonnostní třídy, které lze díky jejich skutečně široce modulárnímu pojetí pružně přizpůsobit použití v nových, ale i již existujících instalacích. Jejich metrologické vlastnosti, odolnost, snadná obsluha, možnosti připojení a zejména spolehlivost je předurčují k použití ve skladových, vyrovnávacích a provozních nádržích především v chemickém a potravinářském průmyslu. Ve spojení s provozními bránami řady FXA, komunikujícími na dálku (GSM, Ethernet atd.), lze hladinoměry Liquicap M využít také v dálkových systémech pro sledování a správu zásob kapalin v nádržích a při realizaci systémů pro údržbu měřicího zařízení na dálku.

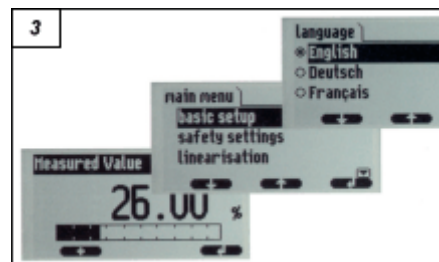
### Skutečně modulární pojetí

Hladinoměry řady Liquicap M jsou koncipovány mimořádným modulárním způsobem, zahrnujícím téměř všechny aspekty jejich konstrukce. Zejména jsou k dispozici:

- široký výběr mechanických připojení počínaje 1/2" závitem,
- verze s tyčovou nebo lanovou sondou,
- tělesa snímačů různých tvarů a provedení a z různých materiálů,
- různá elektrická rozhraní (vestavná elektronika typu FEI50H s výstupem 4 až 20 mA s protokolem HART nebo typu FEI57C s výstupem v podobě impulsů superponovaných na dvouvodičové napájení (PFM), různé druhy převodních napájecích jednotek),
- rozličné certifikáty a schválení od nezávislých zkušeben.

*Obr. 3. Hladinoměry Liquicap M lze konfigurovat na místě prostřednictvím textového displeje a menu*

Výhody plynoucí z možnosti širokého výběru převážně většiny komponent a vlastností přístroje, od způsobu mechanického připojení, přes provedení pouzdra po právě potřebnou úroveň certifikátu anebo schválení, podle potřeb jeho konkrétního použití jsou zřejmé.



### Nejvyšší stupeň zabezpečení procesu

Rostoucí požadavky na bezpečnost chodu sledovaných procesů hladinoměry Liquicap M splňují speciálním bezpečnostním uspořádáním, zahrnujícím např.:

- vestavěnou dvoustupňovou ochranou elektronických obvodů před přepětím,
- nově vyvinutý algoritmus zajišťující stabilní naměřené hodnoty i za přítomnosti nánosů na sondách,
- spolehlivé sledování případného porušení izolace tyčové sondy nebo přetržení lana,
- plynotěsný průchod uvnitř sondy k zábraně úniku agresivního či toxického média,
- možnost umístit elektronickou část přístroje mimo zvlášť nepříznivé podmínky (až 6 m od vlastní sondy).

*Obr. 4. Hladinoměr Liquicap T s elektrodami zkrácenými uživatelem na místě použití*

### Funkční bezpečnost

Hladinoměry Liquicap M byly vyvíjeny striktně podle ustanovení mezinárodní normy pro funkční bezpečnost IEC 61508. Dosažené schválení pro SIL 2 zahrnuje sledování měřicího rozsahu (0 až 100 %) a dosažení minima a maxima. Další výhodou uspořádání podle SIL 2 je neustálé automatické vnitřní sledování správné činnosti elektroniky prostřednictvím speciálních funkcí, např. kontroly paměti apod.



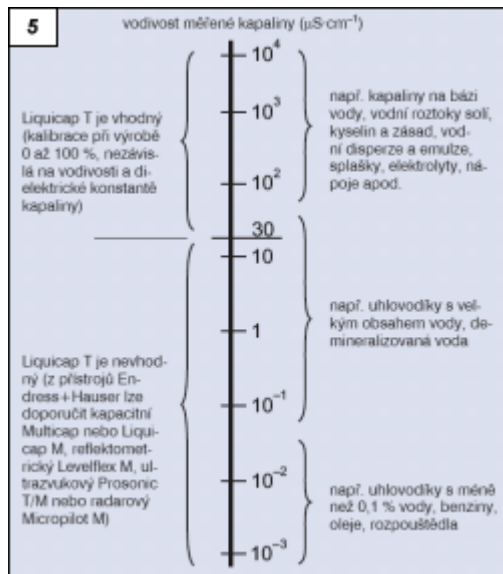
### Hygienické provedení

Pro použití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu se hladinoměry Liquicap M dodávají ve speciálním hygienickém provedení z materiálů umožňujících sterilizaci párou, s tělesem z korozi-vzdorné oceli a s patřičným mechanickým připojením těsněným beze spár. Plastové díly smáčené médiiem jsou z materiálů schválených FDA (PTFE, PFA, FEP). Je-li to požadováno, lze veškeré smáčené kovové části dodat z materiálů s certifikátem podle normy EN10204-3.1.

### Snadná montáž a uvádění do chodu

Hladinoměry Liquicap M jsou při výrobě předem nastaveny k použití s kapalinami s vodivostí větší než  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a zkalibrovány (0 až 100 %). V této oblasti je převodní charakteristika hladinoměru nezávislá na skutečné vodivosti a dielektrické konstantě média. Při dodržení podmínky minimální vodivosti přístroje již nevyžadují žádnou další kalibraci u uživatele (obr. 2). Na místě použití však lze jako volitelný doplněk dodávaného textového displeje a menu na přístroji nastavit např. měřicí jednotku, jazyk, identifikaci měřicího místa atd. (obr. 3). Přístroje lze nastavovat také přes rozhraní HART, a to buď s použitím ručního komunikátoru, nebo prostřednictvím PC s ovládacím softwarem ToF-Tool/FieldCare, který na rozdíl od nastavování přístroje na místě v provozu nabízí jeho pohodlnou parametrizaci z velínu spolu s možností analyzovat naměřená data a vést o měřicím místě obsáhlou dokumentaci.

Kapacitné snímače hladiny – meranie hladiny od Endress+Hauser – kapacitný hladinomer - meracie prístroje  
 :: hladinoměry :: snímače hladiny :: stavoznaky :: elektrody :: sondy :: snímače :: detektory :: Multicap :: Liquicap



Obr. 5. Oblast použití hladinoměru Liquicap T

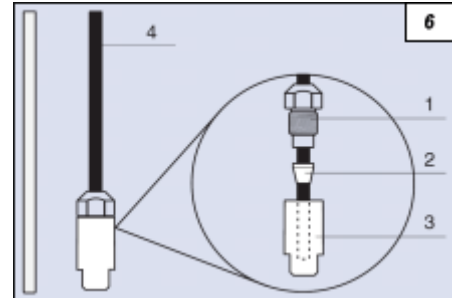
Přístroje vybavené elektronikou FEI50H (0 až 20 mA) nabízejí linearizační funkci umožňující vyjádřit naměřenou kapacitu v libovolných jednotkách délky nebo objemu. Převodní tabulky pro výpočet množství média v ležatých válcových a kulových nádržích jsou naprogramovány předem. Manuálně nebo poloautomaticky lze vložit jakékoliv další tabulky s až 32 páry hodnot. Při použití elektroniky FEI57C (impulsní) se linearizace provádí v přípojovací jednotce.

Další předností přístrojů Liquicap M je elektronická paměť (EEPROM), pevně spojená se sondou a uchovávající specifické hodnoty jejich parametrů, které se v případě výměny automaticky přenesou do nové elektroniky převodníku. Tím odpadá zdlouhavá recalibrace přístroje.

### Liquicap T pro všeobecné použití

Kapacitní sonda Liquicap T FMI21 se dvěma elektrodami, jednou elektricky izolovanou a druhou bez izolace (uzemněnou), představuje cenově efektivní řešení umožňující spojitě měřit polohu hladiny kapalin s vodivostí  $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a větší (obr. 4). Izolovaná elektroda, kapalina v nádrži a uzemněná elektroda společně tvoří kondenzátor s kapacitou tím větší, čím více je sonda ponořena v kapalině. Sonda je při výrobě nastavena tak, že 0 až 100 % výstupu odpovídá právě její délce, takže ji na místě použití již není třeba kalibrovat (obr. 5). Instaluje se do nádrže svisle shora a zákazník může elektrody kdykoliv snadno zkrátit s použitím dodávané sady komponent (obr. 6). Poté je ovšem nutná recalibrace, stejně jako při výměně elektronické části sondy.

Obr. 6. Liquicap T: detail zakončení izolované elektrody po zkrácení na místě použití (1 – šroubení, 2 – těsnicí kroužek, 3 – izolační čepička, 4 – izolovaná elektroda)

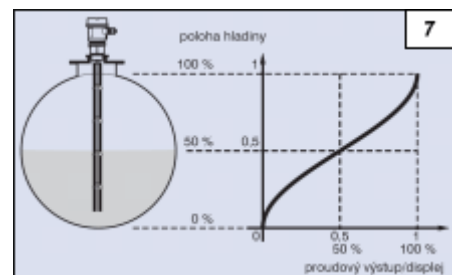


Kompletní hladinomer se skládá z kapacitní sondy Liquicap T FMI21, kterou tvoří:

- vlastní těleso sondy s oběma elektrodami,
- modul elektroniky FEI20, převádějící naměřenou kapacitu na výstupní proudový signál 4 až 20 mA s možností volit typ kalibrace sondy (plná nebo prázdná nádrž) a zapnout/vypnout linearizační funkci (jen pro horizontálně orientované válcové nádrže, obr. 7),
- displej (volitelně) ze zobrazením naměřené hodnoty v procentech číslem a sloupcovým grafem,
- víko tělesa (volitelně s průhledem na displej)

a některá z řady dostupných napájecích jednotek.

Obr. 7. U ležatých válcových nádržích při zapnutí funkci linearizace jsou výstupní proud i údaje na displeji přímo úměrné objemu kapaliny v nádrži



Jednou z volitelných napájecích a převodních jednotek je brána FXA320, umožňující komunikovat se snímači prostřednictvím internetu.

## Hlavní přednosti

K hlavní přednostem hladinoměrů Liquicap T patří:

- spolehlivá činnost bez ohledu na uspořádání a materiál nádrže,
- krátká doba odezvy,
- přístroj použitý tak, jak byl dodán, nevyžaduje kalibraci,
- převodní charakteristika přístroje nezávislá na hodnotě dielektrické konstanty měřené kapaliny s možností linearizace (při použití s vodorovnými cisternami),
- použité velmi kvalitní korozivzdorné materiály (uhlíkové kompozity, korozivzdorná ocel), dovolující přístroj použít pro agresivní kapaliny a kapaliny rizikové z hlediska vodních zdrojů,
- možnost optimalizace skladu náhradních dílů (elektrody lze na místě zkrátit podle potřeby),
- vynikající poměr ceny k výkonu a snadná dostupnost prostřednictvím internetu v rámci programu přímého prodeje e-direct.

## Oblasti použití

Díky uvedeným vlastnostem jsou hladinoměry Liquicap T vhodné zejména pro tyto měřicí úlohy:

- při malých měřicích rozsazích (od 150 mm) a malých nádržích,
- při přímém měření množství média v ležatých válcových nádržích,
- při měření kapalin s vodivostí od  $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  nahoru, včetně agresivních kapalin (kyseliny, zásady),
- při požadavku nezávislosti na materiálu (plast, korozivzdorná ocel, beton) a geometrickém tvaru a vnitřním uspořádání (přepážky, usměrňovače, vyústění potrubí apod.) nádrže.

Jsou tudíž ideálním řešením pro mnoho malých skladových a vyrovnávacích nádrží používaných ve všech odvětvích průmyslu, které dosud nebylo z nejrůznějších důvodů možné vybavit moderním měřicím zařízením.

### *Obr. 8. Kapacitní hladinoměrná sonda 11500Z pro vysoké tlaky a teploty*

V kombinaci s převodní jednotkou FXA320 jsou také vhodným nástrojem k realizaci dálkového odečtu stavu zásob ve skladových nádržích po internetu a k vytváření odpovídajících systémů správy zásob kapalných médií.

Nevhodné jsou naopak pro kapaliny s vodivostí menší než  $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , kapaliny s velkou viskozitou a pro nádrže s míchadly.

### **Pro zvlášť vysoké tlaky a teploty**

Pro spojitě měření i detekci polohy hladiny kapalin za zvláštních podmínek, charakterizovaných velmi vysokými teplotami anebo tlaky v nádržích, dodává společnost Endress+Hauser speciální tyčové sondy 11500Z a 11500ZM s keramickou izolací kombinované s elektronikou s impulsním výstupem. K dispozici jsou sondy s měřicími rozsahy od 0 do 100 až 2 000 mm, jež lze použít pro kapaliny s teplotou od  $-20$  do  $+400$  °C při provozním tlaku od  $-0,1$  do 50 MPa, a to i v prostředí s nebezpečím výbuchu (*obr. 8*).

## Závěr

Kapacitní hladinoměry řady Liquicap kombinují osvědčený měřicí princip s vhodně odstupňovanou škálou vlastností nabízených moderní elektronikou při rozmanitém mechanickém provedení. Jsou vhodným řešením jak pro úlohy, u nichž rozhodují především technické parametry přístroje, tak i tam, kde je důležitá spíše jeho cena.

(E+H)

