

Základy čerpacej techniky

Automatické tlakové stanice

Príručka pre projektantov – základné princípy a navrhovanie





Kvalita, vysoká účinnosť, bezpečnosť do budúcnosti

Naše služby pre projektantov

Cieľom spoločnosti **Wilo** je sprevádzať projektanta pri jeho každodennej práci a cielene ho podporovať v jeho profesii. Technická pomoc, podpora pri výbere a selekcii, technologické inovácie a vysoké štandardy kvality prispievajú k realizácii vašich projektov.

Spoločnosť **Wilo** je vašim partnerom z jedného zdroja pri realizácii vašich projektov v oblasti zásobovania vodou a odvádzania odpadových vôd. Vyberte si kvalitu spoločnosti Wilo pre všetky aplikácie, náš systémový rad pre špeciálne zariadenia, napr. systémy na zvyšovanie tlaku bez pripojenia na verejnú vodovodnú sieť, systémy na odvádzanie odpadových vôd v poľnohospodárskych oblastiach alebo s vysokou hladinou podzemnej vody. Naša ponuka produktov je prehľadne a systematicky štruktúrovaná, ponúkame čerpadlá a kompletne systémy alebo modulárne a prispôbené riešenia, ktoré spĺňajú špecifické požiadavky vašich projektov.

Pre spoločnosť Wilo nie sú efektívnosť a udržateľnosť len slogany, ale deklarované ciele.

Naše čerpadlá spĺňajú najvyššie hodnoty účinnosti a naše výrobné normy zabezpečujú maximálnu spoľahlivosť.

Ponúkajte svojim zákazníkom dlhodobé riešenia, ktoré vyniknú pre ich spoľahlivosť a bezpečnú prevádzku.

Online katalóg CAD/BIM:

2D a 3D knižnica CAD, BIM pre rýchly prístup k rozmerovým údajom našich produktov

Online katalóg produktov:

Na stránke www.wilo.sk môžete získať prístup ku všetkým informáciám o výrobku s príslušnými oblasťami použitia a všetkými technickými údajmi.

*Výber čerpadla a výberový softvér **Wilo-Select**:*

na stránke www.wilo-select.com si môžete vybrať správne čerpadlo pre vašu inštaláciu v priebehu niekoľkých sekúnd, pričom získate všetky technické informácie.

Wilo – Select

Ideálny poradca pre výber čerpadla

Wilo-Select online – ideálny poradca pri výbere čerpadla. Vďaka systému Wilo-Select Online je navrhovanie čerpadiel veľmi pohodlné a efektívne. Zároveň prostredníctvom pravidelných aktualizácií máte tak vždy k dispozícii najnovšie údaje o produktoch a príslušenstve.

Spoločnosť Wilo je člen v nasledujúcich asociáciách:



Wilo Assistant je mobilná aplikácia, ktorá poskytuje podporu pri navrhovaní a zámene čerpadiel.

Celý svet čerpadiel v jednej aplikácii: WILO ASSISTANT

Užitočné funkcie:

- Interaktívny prehľad zameniteľnosti výrobkov
- Dimenzovanie čerpadla podľa prevádzkového bodu
- Stručný katalóg mokrobežných čerpadiel
- Návod na montáž a obsluhu
- Kalkulačka úspory nákladov na elektrinu a CO₂
- Vyhľadávanie produktov
- Tipy a triky pre optimalizáciu vykurovacích zariadení a cirkulačných zariadení pre teplú vodu
- Vreckové svetidlo
- Kalkulačka jednotiek pre najdôležitejšie fyzikálne jednotky
- Kalkulačka pre výpočet rozmerov potrubia
- Skener QR kódov
- AR – dodatočný obsah – videá, animácie



Dimenzovanie čerpadla



Kalkulačka potrubia



Asistent poruchového hlásenia



Prehľad zameniteľnosti výrobkov



Asistent funkcie sync



GET IT ON
Google Play



Download on the
App Store

Obsah

Použitie a spôsoby prevádzky ATS	Str. 5
Nemecké a európske normy	Str. 7
Všeobecné základy	Str. 8
Konštrukcia čerpadiel	Str. 9
NPSH a kavitácia	Str. 10
Charakteristika čerpadla	Str. 13
Regulované veličiny	Str. 16
Určenie údajov pre čerpanie	Str. 18
Tlakové pásmo	Str. 26
Spôsoby pripojenia	Str. 28
Zásobná nádrž	Str. 31
Tlaková nádrž	Str. 33
Režimy prevádzky	Str. 35
Bezpečnostné zariadenia	Str. 42
Produktové portfólio	Str. 44

Zariadenia na zvyšovanie tlaku – automatické tlakové stanice

Dynamické tlaky vo vodovodných sieťach, vo všeobecnosti s minimálnym dynamickým tlakom p_{min} uvádzaným dodávateľským podnikom (vodárne), sú často na vysoko položených odberových miestach budovy nepostačujúce. Ak skutočný dynamický tlak v dôsledku príliš veľkej geodetickej výšky odberného miesta alebo príliš veľkého úbytku tlaku v potrubnom systéme klesne pod potrebný tlak, treba použiť zariadenia na zvyšovanie tlaku (ATS).



Inštalácia a prevádzka zariadení na zvyšovanie tlaku predstavuje zásahy do existujúcej komunálnej vodovodnej siete s možnými negatívnymi vplyvmi na existujúci distribučný a rozvodný systém. Prípoje treba prediskutovať s lokálnym vodárenským podnikom a nechať schváliť. Okrem toho treba pri projektovaní a realizácii dodržiavať platné nariadenie, normy a predpisy.

ATS – automatická tlaková stanica je zariadenie s jedným alebo viacerými čerpadlami, ktoré na základe nameranej hodnoty tlaku na výstupe, zapína a vypína, poprípade reguluje otáčky čerpadiel tak, aby sa tlak za ATS priblížil k požadovanej hodnote alebo rozsahu hodnôt požadovaného tlaku.

Použitie a spôsoby prevádzky ATS

1. Primárne zariadenie dodávajúce vodu priamo k spotrebiteľom alebo vodovodných sústav (pretlak na sacej strane sústavy)

- a. Z vodojemov a úpravní vôd
- b. Z akumulčných nádrží
 - i. Plnených z vrtov, studní alebo zvodov dažďovej vody
 - ii. Plnených z vodovodov s nedostatočným prietokom zaisťujúcou dostatočnú zásobu vody pre špičkový odber
 - iii. Zaisťujúcu minimálnu zásobu vody pre prípad prerušenia dodávky vody
 - iv. Zaisťujúcu stanovenú minimálnu zásobu vody pre prípad požiaru

2. Z vodojemov a akumulčných nádrží s úrovňou hladiny nad saním čerpadiel v ATS (nátoková prevádzka)

- a. Na vstupe do ATS je pretlak daný výškou hladiny v nádrži nad saním čerpadla, ale tak isto aj stratami v sacom potrubí

3. Z vodojemov a akumulčných nádrží s úrovňou hladiny pod saním čerpadla v ATS (sacia prevádzka)

- a. Na vstupe do ATS je podtlak daný rozdielom výšky hladiny vody v nádrži a saním čerpadla + stratami v sacom potrubí. Sacia výška je súčasťou celkovej dopravnej výšky.

Pozor!

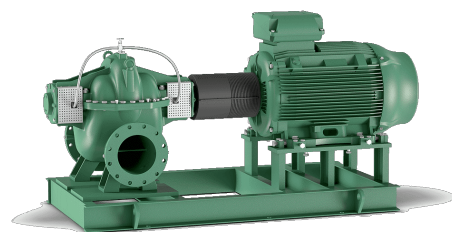
Medzi varianty zariadení na zvyšovanie tlaku môžu patriť nasledovné typy čerpadiel alebo sústav:



Sústavy inteligentných čerpačích zariadení na zvyšovanie tlaku



Split-case čerpadlá



Ponorné čerpadlá do vrtov a studní



Samonasávacie čerpadlá



Zariadenia na zvyšovanie tlaku pre zásobovanie požiarou vodou

Nemecké a európske normy

Normy sú oficiálnym predpisom (smernicou) ohľadne rozsahov platnosti, aplikácií, inštalácií, bezpečnostných opatrení a údržby. Okrem toho však môžu existovať aj špecifické národné normy resp. doplnkové normy, pokiaľ tieto nie sú v rozpore s platnými EN- normami resp. tieto normy neobmedzujú (napr. v Nemecku DIN 1988).

Táto príručka je prakticky orientovaná pomôcka pre projektovanie a dimenzovanie zariadení na zvyšovanie tlaku v systéme zásobovania vodou.

Nemecká norma			Európska norma		
DIN č.	Vydanie	Názov	EN č.	Vydanie	Názov
1 988-100	08.11	Všeobecne, ochrana pitnej vody	806-1	12.01	Všeobecne
			1717	08.11	Ochrana pitnej vody
1988-200	05.12	Projektovanie a realizácia, zvyšovanie a redukcia tlaku, zabránenie vzniku korózie a vodného kameňa	806-2	06.05	Projektovanie
				06.10	Inštalácia
1 988-300	05.12	Určenie priemeru potrubia	806-3	12.13	Výpočet priemeru potrubia
1 988-500	05.21	Automatické tlakové stanice s variabilnými otáčkami motora			
1988-600	07.21	Hasiace a protipožiarne zariadenia			

Tabuľka 1: Stav európskeho a nemeckého normovania v oblasti inštalácií na pitnú vodu

Trieda maximálneho prevádzkového tlaku	Tlak	Výpočtové teploty pre systémy s plastovými rúrami	
		Trieda	Teplota
PMA 1.0	10 bar	1	60 °C
PMA 0,6	6 bar		
PMA 0,25	2,5 bar	2	70 °C

Tabuľka 2: Národné prídavné voľby pre tlak a teplotu v inštalácií na pitnú vodu podľa EN 806-2

Parameter	Hodnota		
Maximálna rýchlosť prúdenia	vo vzostupných a etážových prívodoch		2 m/s
	v jednotlivých prívodoch		4 m/s
Tlakové podmienky	statický tlak:	max	5 (6)* bar
	dynamický tlak:	min	1 bar
Doba prúdenia	žiadna trvalá spotreba	>	15 min

Tabuľka 3: Podmienky použiteľnosti výpočtov podľa EN 806-3, (*) lokálne ustanovenia

Všeobecné základy

Dynamický a statický tlak

Dynamický tlak je pretlak v určitom mieste merania systému na zásobovanie pitnou vodou počas prúdenia vody, t. j. pri jej odbere minimálne v jednom odbernom mieste.

Statický tlak je pretlak v určitom mieste merania systému na zásobovanie vodou v stave bez prúdenia vody.

Zásadne je potrebné, aby v hydraulicky najnevýhodnejšom odbernom mieste bol pre armatúru **k dispozícii potrebný minimálny dynamický tlak p_{min}** , na druhej strane však **nesmie maximálny statický tlak p_{max} v hydraulicky najvýhodnejšom odberom mieste prekročiť hodnotu 6 bar (0,6 MPa)**. Dodržanie týchto hraničných hodnôt je základom potrebného rozdelenia tlakových zón v budove, aj keď je potrebné zariadenie na zvyšovanie tlaku (ATS).

O minimálnych a maximálnych hodnotách tlakov vo vodovodnom systéme sa treba informovať v príslušnom vodárenskom podniku.

Pozor!

Tlakové rázy a zmeny rýchlosti prúdenia nespôsobujú zariadenia na zvyšovanie tlaku (DEA) ale za nimi inštalované spotrebiče, armatúry, prístroje a zásobné nádrže.

Čerpané médium

Aby spotrebiteľ mohol odoberať pitnú vodu, musí byť táto v odberných miestach k dispozícii v dostatočnom množstve, v zákonom definovanej kvalite a s požadovaným minimálnym dynamickým tlakom (min. 1 bar). Získavanie, prípravu, prepravu, skladovanie a distribúciu pitnej vody koncovým spotrebiteľom zabezpečujú spravidla verejné vodárenské podniky.

Ak nie je k dispozícii verejný vodovod, možno na pokrytie vlastnej potreby vody, napr. pre rekreačné chalupy alebo v podnikateľských prevádzkach použiť zariadenia na vlastné zásobovanie vodou s vlastným rozvodom vody.

Pozor!

Samostatné vlastné zariadenia na zásobovanie vodou nesmú byť v žiadnom prípade priamo pripojené na verejnú vodovodnú sieť a 14 dní pred uvedením do prevádzky ich treba nahlásiť na príslušnom úrade verejného zdravotníctva.

Rýchlosti prúdenia

Na zabránenie nedovoleného pôsobenia prevádzky zariadenia na zvyšovanie tlaku tak na napájaciu distribučnú sieť zo vstupnej strany ako aj na distribučnú sieť z výstupnej strany, treba dbať na splnenie nasledujúcich kritérií:

- **Vstupná strana (strana vstupného tlaku):** V závislosti od spôsobu pripojenia nesmie vo všeobecnosti prekročiť dynamický tlak (rýchlosť prúdenia) resp. maximálny rozdiel rýchlosti prúdenia v pripojovacom potrubí budovy a v napájacom potrubí zariadenia na zvyšovanie tlaku v dôsledku zapnutia a vypnutia čerpadiel určité maximálne hodnoty, aby

- v dôsledku príliš veľkého úbytku tlaku nebolo neúnosne rušené napájanie susednej budovy a
- aby sa zabránilo nedovoleným tlakovým rázom v pripojovacom potrubí ako aj v potrubí verejnej vodovodnej siete.

Výsledná rýchlosť prúdenia v pripojovacom potrubí k zariadeniu na zvyšovanie tlaku a k napájacím potrubiam **nesmie** bez zariadenia na zvyšovanie tlaku **prekročiť 2 m/s**. V prípade čerpadla v sacej prevádzke sa odporúča rýchlosť **<1 m/s**, maximálne **1,5 m/s** (v sacom potrubí).

- **Výstupná strana (strana výstupného tlaku):** V rozvodoch vody, pripojených na výstupnú stranu zariadenia na zvyšovanie tlaku sa nesmú vyskytnúť žiadne rušivé tlakové rázy. Dodržanie týchto požiadaviek závisí od spôsobu pripojenia (nepriame alebo priame) resp. od výberu tlmiacich prvkov (expanzná tlaková nádoba pred alebo / a za) zariadenia na zvyšovanie tlaku.

Konštrukcia čerpadiel

Pre zariadenia na zvyšovanie tlaku treba použiť **odstredivé čerpadlá** so stabilnou charakteristikou. **Samonasávacie čerpadlá** možno použiť iba pri nepriamom pripojení.

Zariadenia na zvyšovanie tlaku pre verejné zásobovanie pitnou vodou musia byť vybavené **minimálne dvomi čerpadlami** s rovnakým výkonom, pričom každé z nich musí na 100% pokryť maximálny objemový prietok V_{maxP} . Viac čerpadlové sústavy sa navrhujú vždy s jedným rezervným čerpadlom.

Samonasávacie čerpadlá

Ako „samonasávacie“ sa definujú čerpadlá, ktoré sú schopné po predchádzajúcom naplnení čerpadla vodou odvzdušniť (evakuovať) svoje nasávacie potrubie, t. j. čerpať aj vzduch, bez externého nasávacieho prípravku.

Zostávajúce množstvo vody vo vypnutom čerpadle postačuje na to, aby sa samonasávacie čerpadlo hocikedy opäť rozbehlo aj bez ventilu v päte nasávacieho potrubia. Avšak zabudovanie nasávacieho ventilu sa doporučuje, aby sa pri každom štarte čerpadla nemuselo znova odvzdušňovať nasávacie potrubie.

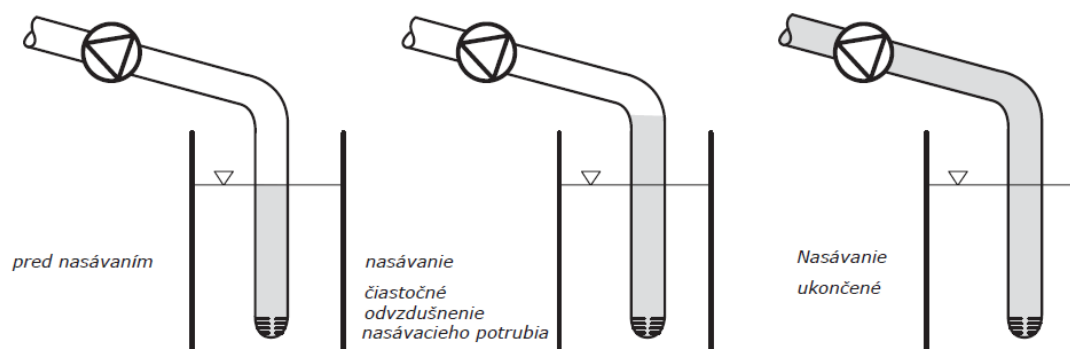


Diagram 1: Zobrazenie nasávania kvapaliny samonasávacím čerpadlom

Pozor!

Samonasávacie čerpadlá sa nesmú priamo pripájať na verejnú vodovodnú sieť!

Čerpadlá s normálnym saním

Pri čerpadlách s „normálnym nasávaním“ možno pri prevádzke s nasávaním aktivovať proces čerpania iba vtedy, keď sa tak čerpadlo ako aj jeho nasávacie potrubie naplnia vodou. Ventil na päte nasávacieho potrubia umožňuje naplnenie externe a zabráňuje odvodneniu nasávacieho potrubia pri odstavení čerpadla.

Pri čerpadlách s normálnym nasávaním treba v nasávacom potrubí bezpodmienečne inštalovať nasávací ventil; ďalej treba dbať na hodnotu NPSH čerpadla.

NPSH: Net Positive Suction Head / nasávací výška

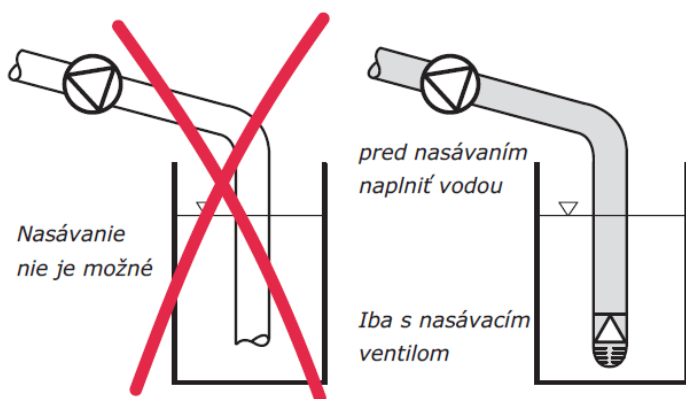


Diagram 2: Zobrazenie nasávania kvapaliny čerpadlom s normálnym saním

Pozor!

- Dbať na hodnotu NPSH (nasávací výška)!
- Možnosť nebezpečenstva behu na sucho.
- Pri použití nasávacieho ventilu by sa mal vo všeobecnosti vynechať spätný ventil na nasávacej a výtlačnej strane čerpadla.

Hodnota NPSH / Nasávací výška

Hodnotu $NPSH_R$ čerpadla uvádza výrobca čerpadla. Hodnotu $NPSH_A$ sústavy ovplyvňuje geodetická sacia/ nátoková výška, teplota a hustota čerpaného média, vodný stĺpec a atmosférický tlak. Dodržanie hodnoty $NPSH_R$ čerpadla (pri zlych nábehových podmienkach) je vždy potrebné v prevádzke s nasávaním.

Ovplyňujúce faktory sú:

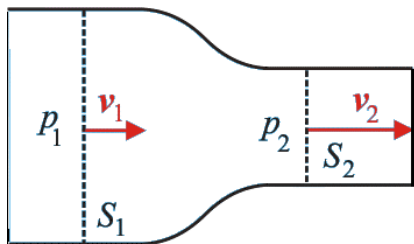
- vysoká teplota čerpaného média
- podstatne väčší objemový prietok vzhľadom na menovité objemové prietoky
- veľmi dlhé nasávacie potrubia
- zlé nábehové podmienky.

Kavitácia nastáva v prípade, že sa dosiahne lokálny tlak nižší ako tlak pár kvapaliny. V prípade lokálneho zvýšenia rýchlosti prúdenia kvapaliny (hydraulika – obežné koleso) sa nazýva ako hydrodynamická kavitácia. V praxi to znamená, že sa v tekutine tvoria dutiny, ktoré následne explodujú. V dôsledku kavitácie sa u čerpadla znižuje prietok a dopravná výška.

Pozor!

V čerpacích systémoch je nutné sa vyhnúť fázovej premene tekutiny. Tlak nesmie klesnúť pod úroveň tlakunasýtených pár.

Dôvod vzniku kavitácie



$$\frac{1}{2}\rho v^2 + p + \rho gh = \text{konštanta}$$

$$\frac{1}{2}\rho v^2 - \text{kinetická časť energie}$$

$$p - \text{tlaková časť energie}$$

$$\rho gh - \text{potenciálna (výšková) časť energie}$$

$$\uparrow \frac{1}{2}\rho v^2 = p \downarrow$$

Z Bernoulliho rovnice o zákone zachovania energie v kvapaline vyplýva, že pri redukcii plochy cez ktorú tekutina prúdi, dochádza k zvýšeniu rýchlosti čo spôsobuje zníženiu tlaku.

Hodnota NPSH je vyjadrená výškou vodného stĺpca a určuje rozdiel medzi tlakom tekutiny v saní čerpadla a tlaku nasýtených pár čerpanej tekutiny.

$$\text{NPSHA} \geq \text{NPSHR} + 0,5 \div 2\text{m}$$

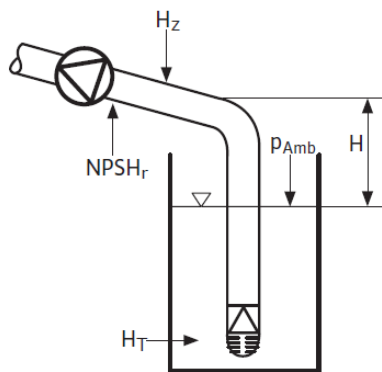
NPSHA – disponibilná pozitívna sacia výška v sústave (A – available)

NPSHR – disponibilná pozitívna sacia výška čerpadla (R – required)

- Hodnota NPSHR je určená výrobcom čerpadla, odčítava sa na krivke NPSH v mieste najvyššieho prevádzkového prietoku)

Na zabránenie vzniku kavitácie musí byť do odstredivého čerpadla privedená čerpaná kvapalina s určitou prítokovou výškou. Hodnota tejto minimálnej prítokovej výšky závisí od teploty a tlaku čerpaného média. Maximálnu nasávaciu výšku H [m] možno vypočítať podľa nasledujúceho vzťahu:

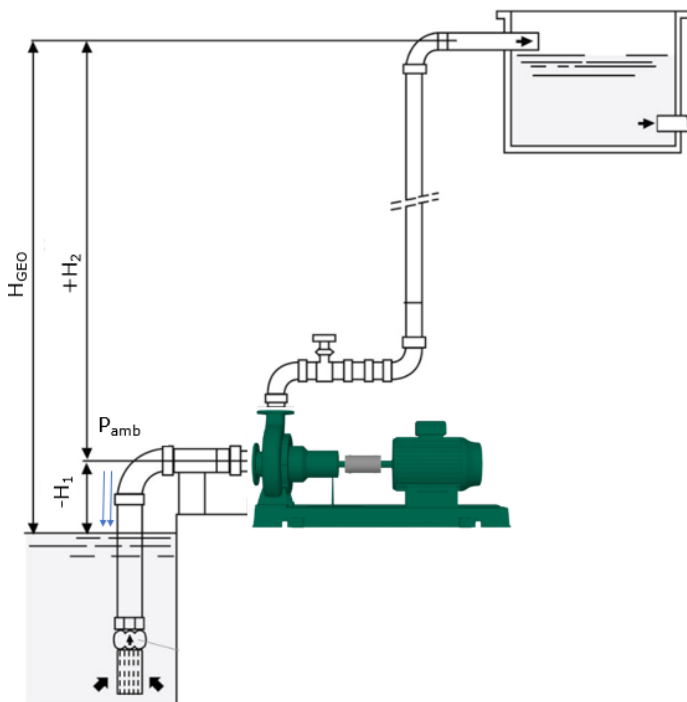
$$\pm H = p_{\text{Amb}} \times 10,2 - \text{NPSHR} - H_z - H_V - \Delta H$$



T [°C]	H _v [m]
190	126
180	100
170	79
160	62
150	45
140	35
130	25
120	20
110	15
100	10
90	8,0
80	6,0
80	5,0
70	3,0
60	2,0
50	1,5
40	1,0
40	0,8
30	0,6
30	0,4
20	0,3
20	0,2
10	0,1
0	0

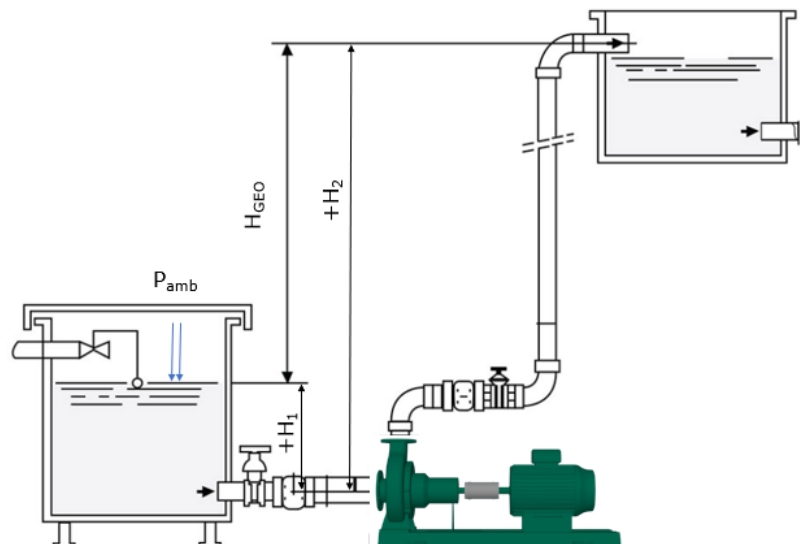
Diagram 3: Prítoková výška a tlak pary čerpaného média

Skratka	Popis
H	potrebný tlak na prítoku čerpadla – zabránenie prevádzke s kavitáciou $+H$ = kladná hodnota: max. nasávací výška čerpadla v [m] (sacia výška) $-H$ = záporná hodnota: min. tlak na vstupe čerpadla v [m] (nátoková výška)
p_{Amb}	absolútny atmosférický tlak okolitého vzduchu v [bar] alebo systémový tlak v uzatvorených systémoch
NPSH_R	hodnota NPSH (nasávacej výšky) v prevádzkovom bode čerpadla v [m]
H_z	strata tlaku v [m] v nasávacom potrubí
H_v	tlak pár čerpaného média pri príslušnej teplote
ΔH	bezpečnostný prídavok 0,5 m – 2m



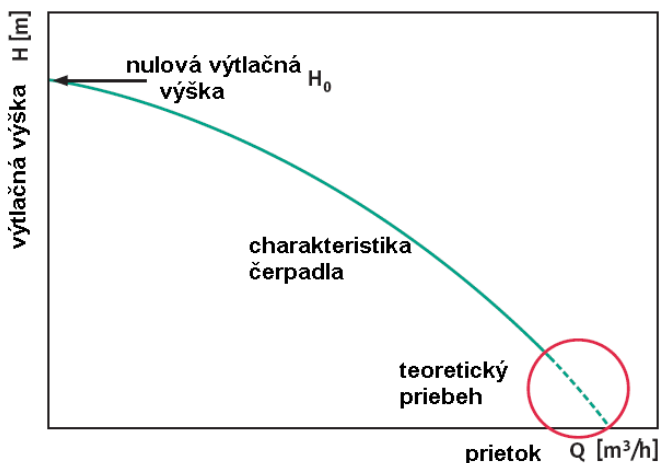
Sacia dispozícia

Nátoková dispozícia



Charakteristika (strmá, plochá, stabilná, nestabilná)

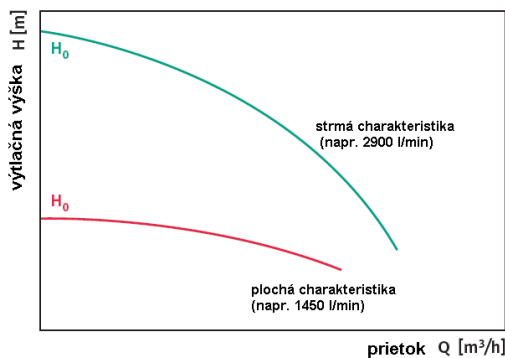
Charakteristika čerpadla – nazývaná aj „škrtiaca krivka“ udáva ako sa mení výtlačná výška odstredivého čerpadla v závislosti od objemového prietoku. Vo všeobecnosti sa výtlačná výška zmenšovaním objemového prietoku zväčšuje.



- **Maximálna výtlačná výška** (nulová výtlačná výška) H_{max} zodpovedá minimálnemu objemovému prietoku V_0 (resp. Q_0 nulové pretekajúce množstvo)
- **Maximálny objemový prietok** V_{max} (Q_{max}) znamená (zodpovedá) minimálnu výtlačnú výšku H_{min}

Strmé a ploché charakteristiky čerpadla

Rozdielne strmosti charakteristík čerpadla súvisia okrem iného aj s otáčkami motora.

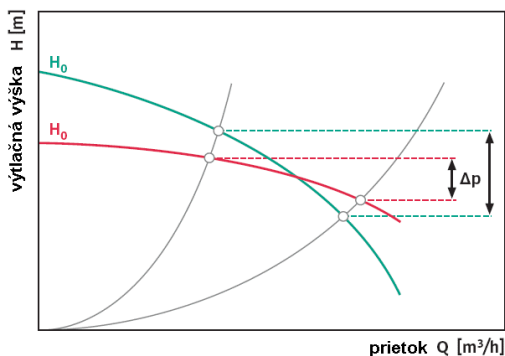


Pomerná výtlačná výška:
$$\frac{H_0 - H_{opt}}{H_{opt}}$$

(nazýva sa aj strmosť resp. zosilnenie charakteristiky)

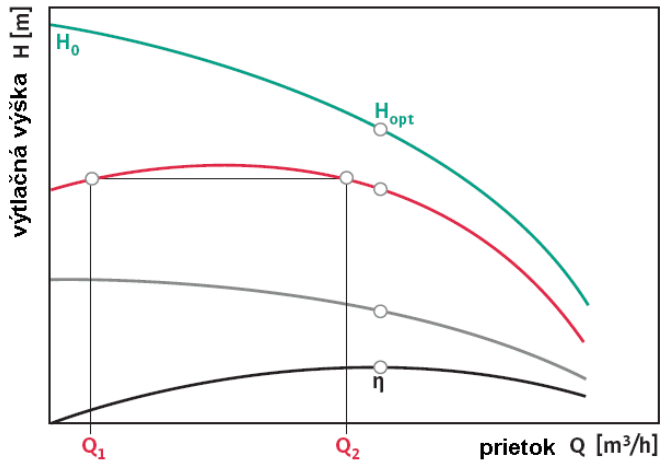
Súvislosť medzi zmenou tlaku objemového prietoku pri strmých resp. plochých charakteristikách čerpadiel:

- **plochá** = veľká zmena objemového prietoku, menšia zmena tlaku;
- **strmá** = malá zmena objemového prietoku, väčšia zmena tlaku.



Stabilné a nestabilné charakteristiky čerpadiel

Charakteristiky, pri ktorých sa pri poklese objemového prietoku zväčšuje výtlačná výška sa označujú ako stabilné. Pri nich je ku každej výtlačnej výške priradený iba jeden objemový prietok. Na rozdiel od toho možno pri nestabilných charakteristikách čerpadla priradiť jednej výtlačnej výške dve alebo viac hodnôt objemového prietoku.



Pozor!

Pri zariadeniach na zvyšovanie tlaku sa používajú iba čerpadlá so stabilnou charakteristikou

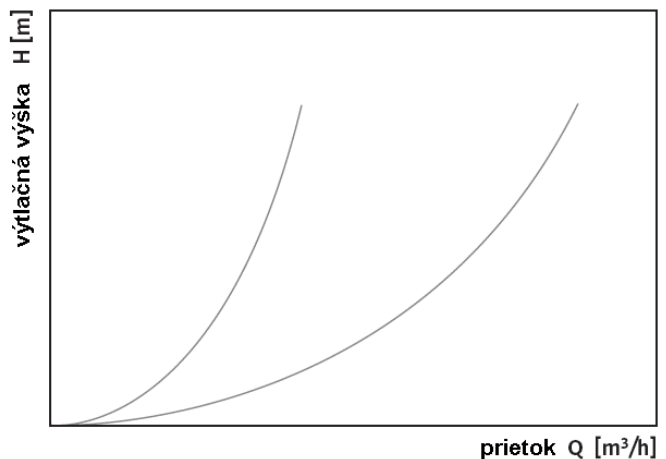
Charakteristika zariadenia / parabola potrubnej siete

Vyplyva zo vzťahu: $H_{geo} + p_{FI} + \Delta p + \Sigma(l \cdot R + Z)$

Skratka	Popis
H_{geo}	geodetická výtlačná výška)
p_{FI}	absolútny atmosférický tlak okolitého vzduchu v [bar] alebo systémový tlak v uzatvorených systémoch
Δp	dynamický tlak zariadenia na zvyšovanie tlaku
$(l \cdot R + Z)$	rozdiel tlakov
H_v	súčet strát
$NPSH_A$	požadovaná nasávací výška

Charakteristika potrubnej siete

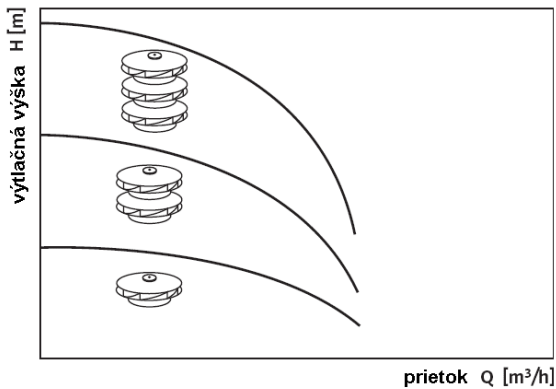
- **plochá** = menšie straty tlaku na potrubí
- **strmá** = väčšie straty tlaku na potrubí



Paralelné a sériové radenie

Spôsob výberu zapojenia čerpadiel je ovplyvnený viacerými faktormi, pokiaľ potrebujeme dopravovať vodu na veľké vzdialenosti pri menšom prietoku je vhodné sériové zapojenie. V prípade potrebného väčšieho množstva dopravovanej vody na menšiu vzdialenosť je vhodné paralelné zapojenie čerpadiel.

Charakteristika čerpadla pri sériovom zapojení



Všeobecne platí:

Pri sériovom zapojení viacerých obežných kolies v jednom telese čerpadla napr. pri viacstupňových vysokotlakových odstredivých čerpadlách, sa jednotlivé výtláčné výšky spočítavajú.

Výtláčné výšky sa spočítavajú v bodoch s rovnakým objemovým prietokom.

Charakteristika čerpadla pri paralelnom zapojení

V bodoch s rovnakou výtláčnou výškou sa spočítavajú jednotlivé objemové prietoky

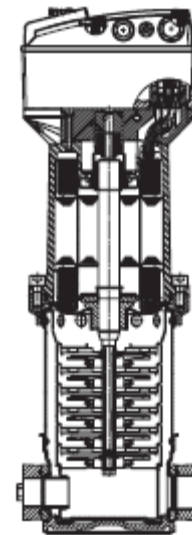
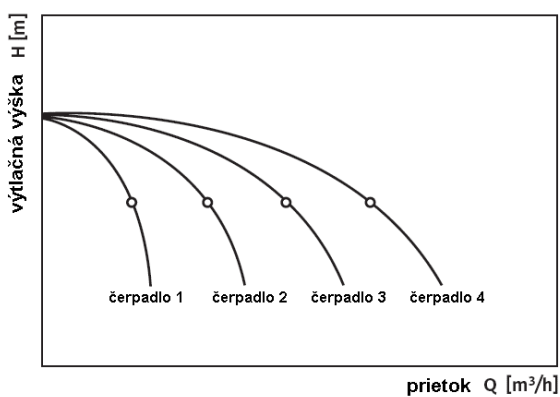


Schéma 1: Rez viacstupňového čerpadla



Obrázok 1: Paralelné zapojenie 2 až 6 čerpadiel

Regulované veličiny

Zariadenia na zvyšovanie tlaku sú štandardne ovládané resp. regulované **na konštantnú žiadanú hodnotu tlaku** (hlavná regulovaná veličina). Obvyklé označenie tohto druhu regulácie „pc“ je odvodené z anglického popisu „*pressure constant*“.

Na meranie výstupného tlaku zariadenia na zvyšovanie tlaku sa používajú príslušné meracie jednotky tlaku s analógovým resp. binárnym výstupným signálom.

Možné typy regulácií: škrtenie výtlaku, správny výber obežného kolesa, paralelné zapojenie čerpadiel, obtok a zmena otáčok čerpadla.

Regulácia otáčok

Otáčky vysokotlakých odstredivých čerpadiel **sa v súčasnosti regulujú pomocou externých alebo integrovaných meničov frekvencie**. Pritom sa zmenou výstupnej frekvencie mení frekvencia v rozsahu f_{\min} a f_{\max} privádza na motor napájacie napätie inej ako pôvodne sieťovej frekvencie, čím sa menia jeho otáčky. **Hovorí sa o tzv. spojitaj regulácii otáčok**.

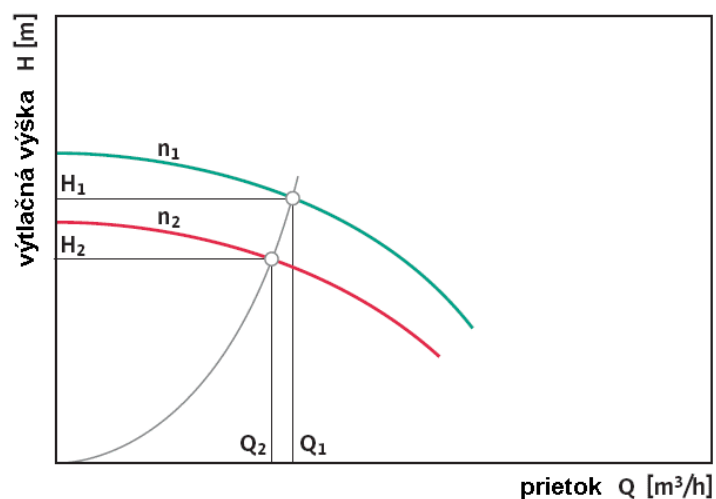
Regulované zariadenia na zvyšovanie tlaku disponujú jedným systémovým meničom frekvencie, ktorým sa regulujú otáčky príslušného čerpadla na základné zaťaženie. Existujú aj zariadenia na zvyšovanie tlaku, v ktorých má každé čerpadlo (pohon čerpadla) vlastný integrovaný menič frekvencie, pričom riadenie sa prenáša na príslušné pripojované čerpadlo.

V závislosti od motora možno pritom realizovať rozsahy zmien frekvencie od 20 do cca 60 Hz (sieťové napájacie napätie má frekvenciu 50 Hz).

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$



Na základe rovníc vyššie môžeme odvodiť nasledujúce poznatky:

- Ak sa otáčky čerpadla menia, ale všetky ostatné podmienky systému zostávajú rovnaké, spotreba energie P sa mení približne otáčkam n^3
- Ak sa otáčky zdvojnásobia, prietok sa zvýši v rovnakom pomere a výtláčny výkon sa zvýši štvornásobne a potrebná energia pohonu sa násobí zhruba ôsmimi
- Ak sa otáčky znížia, zníži sa prietok, výtláčná výška v potrubnom systéme a spotreba energie v rovnakom pomere, ako je opísané vyššie.



Určenie údajov pre čerpanie

Určenie maximálneho objemového prietoku (V_{maxP}) zariadenia na zvyšovanie tlaku v [m^3/h]

Zariadenie na zvyšovanie tlaku treba dimenzovať tak, aby mohlo podľa druhu budovy pri zohľadnení súčasnosti (odber spotrebičmi) zabezpečiť objemový prietok V_{maxP} potrebný na zásobovanie všetkých pripojených odberných miest.

Výpočet vnútorného vodovodu

Výpočtom rozumieme podrobnú metódu dimenzovania potrubia vnútorných vodovodov studenej a teplej vody, cirkulačného potrubia a vodovodných prípojkok.

Dispozičný pretlak je tlak vody na začiatku posudzovaného potrubia, napr. zapínací pretlak automatickej tlakovej stanice alebo najnižší hydrodynamický pretlak.

Výpočtový prietok je prietok v prívodnom potrubí studenej alebo teplej vody s prihliadnutím na súčasnosť odberu vody počas prevádzky (špičkový odber).

Pre dimenzovanie vnútorných rozvodov vody sa musí rátať s doporučenými hodnotami minimálneho požadovaného hydrodynamického pretlaku, hlavne pri jednopákových a výtokových armatúrach alebo pri približnom stanovení tlakových strát v potrubí. Pretlak u výtokovej armatúry nesmie byť väčší ako 500 kPa (záhradné výtokové armatúry a garáže 1000 kPa). Niektoré termostatické zmiešavacie batérie potrebujú vyšší hydrodynamický pretlak, túto požiadavku treba zohľadniť vo výpočte.

Výpočtový prietok V_{maxP} v $l \cdot s^{-1}$ v prívodnom potrubí:

- Rodinný dom, administratívna budova, bytový dom, samostatná prevádzka (rovnomerný odber vody pre účel osobnej hygieny), hotelová izba

$$\circ V_{maxP} = \sqrt{\sum_{i=1}^m Q_{A_i}^2 \cdot n_i}$$

- Ostatné budovy s prevažne rovnomerným odberom vody (reštaurácie, obchodné domy a hotely)

$$\circ V_{maxP} = \sum_{i=1}^m f_i \cdot Q_{A_i} \cdot \sqrt{n_i}$$

- Budovy alebo skupiny zariadení, kde je predpokladané hromadné použitie výtokových armatúr, napr. hygienické zariadenie priemyselných závodov a kúpeľov

$$\circ V_{maxP} = \sum_{i=1}^m \varphi_i \cdot Q_{A_i} \cdot n_i$$

V_{maxP} : Objemový prietok jednotlivými druhmi výtokových armatúr a zariadení v $l \cdot s^{-1}$

f: súčiniteľ výtoku

φ : súčiniteľ súčasnosti odberu vody z výtokových armatúr

n: počet výtokových armatúr rovnakého druhu

m: počet druhov výtokových armatúr

V prípade, že $\varphi_i \cdot Q_{A_i} \cdot n_i \geq Q_{A_i}$ uvažujeme $\varphi_i \cdot Q_{A_i} \cdot n_i = Q_{A_i}$

Prípustné prietokové rýchlosti v potrubiach:

Ležaté potrubie, stúpacie potrubie a rozvody na podlažiach – $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Pripojovacie potrubia (jedna výtoková armatúra) – $4,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Cu potrubia max. $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

V prípade výpočtu prietoku v prívodnom potrubí, ktoré zásobuje viac ako 1300 obyvateľov, je nutné porovnať vypočítanú hodnotu (na základe uvedeného výpočtu vyššie) s potrebou vody, ktorá má hodnotu $0,0066 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Následne sa potrubie dimenzuje na vyššiu hodnotu.

Výpočtový prietok pre hasenie požiaru s výpočtovým prietokom stanovený výpočtom sa nezráta, ale potrubie sa dimenzuje na väčšiu hodnotu výpočtového prietoku.

Súčinitele súčasnosti odberu:

Výtoková armatúra	φ
Liečebne – pokiaľ nieje určené inak, sprchy	1,0
Umývadlá a umývadlové žlaby	0,8
Bidety a vane	0,5
Drezy a výlevky	0,3
Tlakový splachovač pisoárov a nádržkové splachovače	0,2
Tlakové splachovače WC	0,1

Následujúca tabuľka popisuje prietoky a hodnoty koncového dynamického tlaku. Treba brať v úvahu, že doporučené údaje $p_{\text{min nom}}$ síce spĺňajú normové požiadavky, ale treba dbať aj na komfort užívateľov a dostatočný pretlak na správnu funkčnosť výtokových armatúr.

Pozor!

Odporúčame koncový tlak na armatúre alebo odbornom mieste minimálne v rozsahu **2,0 – 2,5 baru** vodného stĺpca. Tlak pred odbornými miestami by nemala prekročiť 6 baru vodného stĺpca.

Tabuľa pre menovité prietoky a potrebné koncové dynamické tlaky:

Výtokové armatúry	Menovitý prietok Q_A	DN	$p_{\min \text{ nom}}$ (kPa)		f	
	$l.s^{-1}$		doporučené	najmenšie	Pre 1 výtok. armatúru	Pre 2 a viac výtokových armatúr
Výtokový ventil	0,2	15	100	50	1	1
Výtokový ventil	0,4	20				
Výtokový ventil	1	25				
Elektrický beztlakové ohrievače vody pro 1 odberné miesto	0,15	15	---	100	1	1
Súprava bidetu alebo zmiešavacia batéria	0,1	15	100	50	1	1
Automatická práčka – bytová	0,2	15	---	100	1	1
Umývačka riadu – bytová	0,15		100	50	0,7	0,7
Nádržkový splachovač						
Zmiešavacia batéria – vaňa	0,3	15	100	50	1	1
Zmiešavacia batéria – sprcha	0,2					
Zmiešavacia batéria – drez						
Zmiešavacia batéria – umývadlo					0,65	
Tlakový splachovač pisoáru bez odsávania	0,15	15	---	100	1	1
Tlakový splachovač odsávacieho pisoáru	0,3	15	---	100	1	0,75
Tlakový splachovač odsávacieho pisoáru	0,5	20				
Tlakový splachovač WC misy	1	15	---	120	0,7	
Tlakový splachovač WC misy	1,2	20			0,85	
Tlakový splachovač WC misy	1,5	25			80	

Pozor!

Nasledujúca príklad porovnáva použitie vyhlášky č.684/2006 Z.z. a EN 806-3. Treba dbať na dimenzovanie dostatočného množstva vody.

Príklad 8x rodinný dom, uvažované 1x (umývadlo, sprcha, wc, drez a práčka)

Zbierka zákonov č.684/2006 : maximálny súčiniteľ kh – 2,1. Celkový výpočtový prietok vnútorného vodovodu **0,218 $l.s^{-1}$** .

EN 806-3 : celkový výpočtový prietok **1,327 $l.s^{-1}$** .

Výpočet oboma metódami sa približuje na úrovni od 250 rodinných domov. Treba dbať na rozdiely vo výpočtoch aby sa pokryla dostatočná zásoba vodou.

Zariadenie na zvyšovanie tlaku pre systémy zásobovania pitnou vodou

Potrebný objemový prietok musí zodpovedať špičkovému prietoku V_s . Je potrebný ho vypočítať na základe požiadaviek lokálnych noriem (napr. DIN 1988-300 alebo EN 806-3). Pri bytových domoch možno prípadne použiť približný odhad špecifickej potreby 2,0 l/s na bytovú jednotku. Z hľadiska hospodárnosti by sa takéto globálne určenie nemalo používať vo veľkom rozsahu.

Zariadenia na zvyšovanie tlaku pre hasiace systémy

Sú samostatne popísané v príručke pre projektantov: **Wilo SiFire – Systémy vyhovujúce norme EN 12 845.**

Pozor!

Prísne treba rozlišovať zariadenia na pitnú vodu a zariadenia na požiaru vodu!

Určenie výtlačného tlaku Δp_p

Výtlačný tlak sa počíta

$$\text{Potrebný výtlačný tlak} = \text{Súčet všetkých výškových rozdielov, min. dynamického tlaku } \Delta p_{\min \text{ nom}} + \text{straty tlaku} - \text{Diponibilný minimálny napájací tlak } p_{\min V}$$

Pozor!

Pri nepriamom pripojení je minimálny napájací tlak na nasávacej strane čerpadla spravidla 0 bar!

$$\Delta p_p = p_{za} - p_{pred} [\text{bar}] \quad (1)$$

- P_{za} – prevádzkový pretlak za zariadením na zvyšovanie tlaku – potrebný pri špičkovom prietoku
- P_{pred} – existujúci napájací tlak pred zariadením na zvyšovanie tlaku

Vzťah pre výtlačný tlak **za zariadením** na zvyšovanie tlaku:

$$P_{za} = \Delta p_{geo} + p_{min\ nom} + \Sigma(I \cdot R + Z)_{za} + \Delta p_{zar\ za} \text{ [bar]} \quad (2)$$

- P_{za} – potrebný výtlačný tlak za zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- Δp_{geo} – úbytok tlaku z dôvodu rozdielu geodetických výšok za zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- $p_{min\ nom}$ – minimálny dynamický tlak v hydraulicky najnevýhodnejšom odbernom mieste
- $\Sigma(I \cdot R + Z)_{za}$ – straty tlaku v dôsledku trecích odporov potrubia a jednotlivých odporov za zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- $\Delta p_{zar\ za}$ – straty tlaku na prístrojoch, napr. tlakový splachovač, zmiešavacie batérie, rázová sprcha a pod. za zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]

Vzťah pre aktuálny prevádzkový pretlak **pred zariadením** na zvyšovanie tlaku pri špičkovom prietoku:

$$P_{pred} = \Delta p_{min\ pred} - [\Delta p_{geo} + \Sigma(I \cdot R + Z)_{pred} + \Delta p_{vod} + \Delta p_{zar\ pred}] \text{ [bar]} \quad (3)$$

- P_{pred} – existujúci napájací tlak pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- $\Delta p_{min\ pred}$ – minimálny napájací tlak zo strany vodárenského podniku pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- Δp_{geo} – straty tlaku z dôvodu rozdielu geodetických výšok pred zariadením na zvyšovaní tlaku [bar]
- $\Sigma(I \cdot R + Z)_{pred}$ – straty tlaku v dôsledku trecích odporov potrubia a jednotlivých odporov pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- Δp_{vod} – straty tlaku na vodomere [bar]
- $\Delta p_{zar\ pred}$ – straty tlaku na prístrojoch, napr. filter, dávkovač... pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]

Tabuľka stredného úbytku tlaku $\Delta p/l$ pre potrubný systém pred a za zariadením na zvyšovanie tlaku

Celková dĺžka potrubia od domového pripojenia až po zariadenie na zvyšovanie tlaku resp. od zariadenia na zvyšovanie tlaku po hydraulicky najnevýhodnejšie odberné miesto Σl	Stredný úbytok tlaku potrubného systému pred a za zariadením na zvyšovanie tlaku $\Sigma p/l = \Sigma(I \cdot R + Z)/\Sigma l$
m	mbar/m
≤ 30	20
$> 30 < 80$	15
> 80	10

Výpočet $\Sigma(I \cdot R + Z)_{za}$ a $\Sigma(I \cdot R + Z)_{pred}$ pomocou tabuľky pre stredný úbytok tlaku $\Delta p/l$ pre potrubný systém pred a za zariadením na zvyšovanie tlaku

Príklad:

Dĺžka potrubia pred zariadením na zvyšovanie tlaku **8,5m** a za zariadením na zvyšovanie tlaku je **48m**.

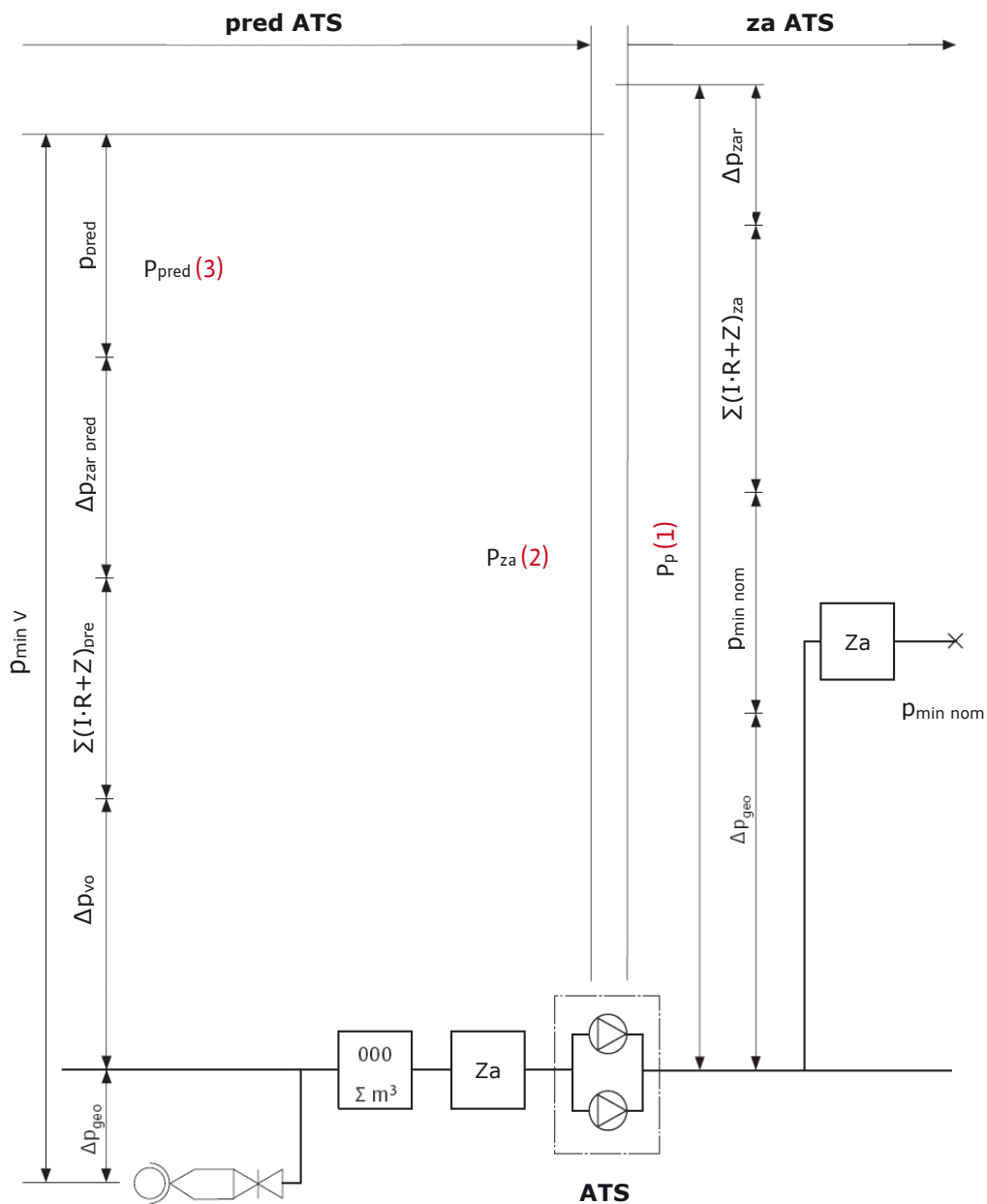


Diagram 4: Určenie výtlačného tlaku

Výpočet:

$$\begin{aligned}\Sigma(I \cdot R + Z)_{\text{pred}} &= \Sigma l_{\text{vor}} \cdot \Delta p / l \\ &= 8,5\text{m} \cdot 20 \text{ mbar} \\ &= 170\text{mbar} = 0,17 \text{ bar}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma(I \cdot R + Z)_{\text{za}} &= \Sigma l_{\text{vor}} \cdot \Delta p / l \\ &= 48\text{m} \cdot 15 \text{ mbar} \\ &= 720\text{mbar} = 0,72 \text{ bar}\end{aligned}$$

Prívodné napájacie potrubie

Dovolené rýchlosti prúdenia v pripojovacom potrubí (podľa DIN1988–200)

1. Celková rýchlosť prúdenia do zariadenia na zvyšovanie tlaku a do napájacích potrubí bez zariadenia na zvyšovanie tlaku **nesmie prekročiť 2,0 m/s**.

Na umožnenie priameho pripojenia na zariadenie na zvyšovanie tlaku bez tlakovej nádoby na vstupe **nesmú** rozdiely rýchlosti prúdenia v pripojovacom potrubí v dôsledku zapnutia a vypnutia čerpadiel zariadenia na zvyšovanie tlaku **prekročiť nasledujúce hodnoty**:

- 1.1 $\Delta v < 0,15 \text{ m/s}$ pôsobením jedného (najväčšieho) samostatného čerpadla
- 1.2 $\Delta v < 0,5 \text{ m/s}$ pri súčasnom vypnutí všetkých prevádzkových čerpadiel zariadenia na zvyšovanie tlaku.

V tabuľke sú pre zadané menovité svetlosti pripojovacích potrubí uvedené príslušné kritériá pre objemový prietok v závislosti od

- dovolenej rýchlosti prúdenia (1.1) resp.
- jej zmeny v dôsledku spínania čerpadiel (1.2) a celkový prietok (1).

Menovité svetlosti pripojovacích potrubí budovy	Maximálny celkový prietok do zariadenia nazvyšovanie tlaku a do napájacích potrubí bez zariadenia na zvyšovanie tlaku	Maximálne dovoľené objemové prietoky pri priamom pripojení zariadenia na zvyšovanie tlaku bez tlakovej nádoby na prívode	
		1.1	1.2
	1 Q _{max} pri $v < 2 \text{ m/s}$	Q _{max} pri $\Delta v < 0,15 \text{ m/s}$	Q _{max} pri $\Delta v < 0,5 \text{ m/s}$
DN 25/1"	3,5 m ³ /h	0,26 m ³ /h	0,88 m ³ /h
DN 32/1¼"	5,8 m ³ /h	0,43 m ³ /h	1,45 m ³ /h
DN 40/1½"	9 m ³ /h	0,68 m ³ /h	2,3 m ³ /h
DN 50/2"	14 m ³ /h	1,06 m ³ /h	3,5 m ³ /h
DN 65	24 m ³ /h	1,8 m ³ /h	6 m ³ /h
DN 80	36 m ³ /h	2,7 m ³ /h	9 m ³ /h
DN 100	57 m ³ /h	4,2 m ³ /h	14 m ³ /h
DN 125	88 m ³ /h	6,6 m ³ /h	22 m ³ /h
DN 150	127 m ³ /h	9,5 m ³ /h	32 m ³ /h
DN 200	226 m ³ /h	17 m ³ /h	57 m ³ /h
DN 250	353 m ³ /h	26,5 m ³ /h	88 m ³ /h
DN 300	509 m ³ /h	38 m ³ /h	127 m ³ /h

Prívodný tlak

Pred prihlásením zariadenia na zásobovanie pitnou vodou sa treba v miestnom vodárenskom podniku informovať o hodnote p_{\min} v. Regionálne sú možno rozdielne údaje, napr. dynamický tlak alebo statický tlak resp. údaj o výške terénu nad normálnou úrovňou.

Poznámka: O priemere domovej vodovodnej prípojky sa treba informovať v príslušnom vodárenskom podniku. Dbať na hodnoty statického a dynamického tlaku. Na strane prívodu treba dbať na pripojovací rozmer a straty tlaku zabudovaných armatúr (napr. filter, vodomer, redukčný ventil, spätný ventil a pod.).

Disponibilný tlak pred zariadením na zvyšovanie tlaku p_{pred} sa vypočíta z rozdielu medzi minimálnym napájacím tlakom p_{\min} v a súčtu úbytkov tlaku pred zariadením.

$$P_{\text{pred}} = \Delta p_{\text{min pred}} - [\Delta p_{\text{geo}} + \Sigma(I \cdot R + Z)_{\text{pred}} + \Delta p_{\text{vod}} + \Delta p_{\text{zar pred}}] \text{ [bar]}$$

- P_{pred} – existujúci napájací tlak pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- $\Delta p_{\text{min pred}}$ – minimálny napájací tlak zo strany vodárenského podniku pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- Δp_{geo} – straty tlaku z dôvodu rozdielu geodetických výšok pred zariadením na zvyšovaní tlaku [bar]
- $\Sigma(I \cdot R + Z)_{\text{pred}}$ – straty tlaku v dôsledku trecích odporov potrubia a jednotlivých odporov pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]
- Δp_{vod} – straty tlaku na vodomere [bar]
- $\Delta p_{\text{zar pred}}$ – straty tlaku na prístrojoch, napr. filter, dávkovač... pred zariadením na zvyšovanie tlaku [bar]

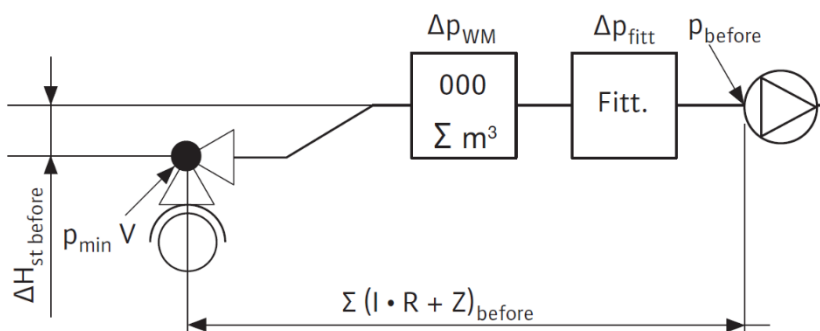


Diagram 5: Prívodný tlak zariadenia na zvyšovanie tlaku

Normované hodnoty úbytkov tlaku na vodomeroch

Δp_{vod} – úbytok tlaku na vodomere

Druh vodomera	Menovitý prietok V_n [Q_n]	Strata tlaku Δp pri V_{max} (Q_{max})
Lopatkový vodoмер	< 15 m ³ /h	1000 mbar (max.)
Woltmannov vodoмер zvislý (WS)	≥ 15 m ³ /h	600 mbar (max.)
Woltmannov vodoмер paralelný (WP)	≥ 15 m ³ /h	300 mbar (max.)

Stredné hodnoty úbytkov tlaku na vodomeroch

$\Sigma(I \cdot R + Z)_{\text{pred}}$ – straty tlaku v potrubíach pred zariadením na zvyšovanie tlaku

Celková dĺžka potrubia od domového pripojenia až po zariadenie na zvyšovanie tlaku resp. od zariadenia na zvyšovanie tlaku po hydraulicky najnevýhodnejšie odberné miesto Σl_{pred}	Stredný úbytok tlaku potrubného systému pred a za zariadením na zvyšovanie tlaku $\frac{\Delta p}{l} = \frac{(I \cdot R + Z)_{\text{pred}}}{l_{\text{pred}}}$
m	mbar/m
≤ 30	20
> 30 < 80	15
> 80	10

Tlakové pásmo

Pre určenie tlakových zón, je potrebné analyzovať, či je zariadenie na zvyšovanie tlaku potrebné pre celú budovu alebo či prichádza do úvahy iba pre niektoré časti budovy, ktoré nemôžu byť trvale napájané s minimálnym napájacím tlakom. V hraničných prípadoch treba preukázať nevyhnutnosť použitia zariadenia na zvyšovanie tlaku metódou rozdielového výpočtu.

Zásadne treba v hydraulicky najvýhodnejšom odbernom mieste zabezpečiť pre armatúru potrebný minimálny dynamický tlak, na druhej strane však nesmie maximálny statický tlak v hydraulicky najvýhodnejšom odbernom mieste prekročiť hodnotu 5 bar. Dodržanie týchto hraničných hodnôt je základom pre potrebné rozdelenie tlakových zón pri zariadeniach na zásobovanie pitnou vodou.

Pri rozdeľovaní tlakových zón sa vyskytujú zásadne dve oblasti:

1. Zariadenie na zvyšovanie tlaku napája celú budovu

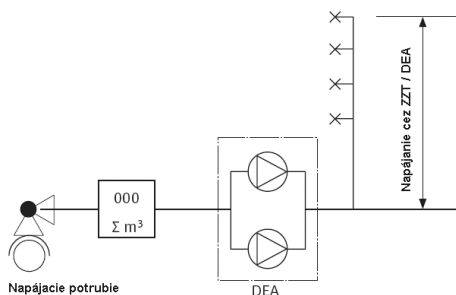


Diagram 6: ATS pre celú budovu

2. Tlakové pomery vyžadujú rozdelenie tlakových zón – časť 1.

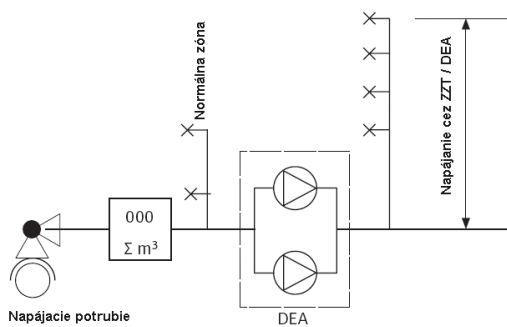


Diagram 7: Rozdelenie na normálnu zónu a na zónu s napájaním cez ATS

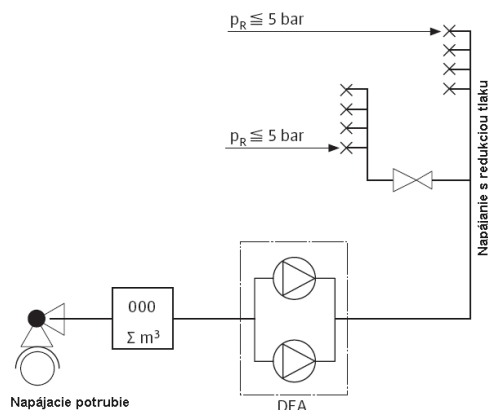


Diagram 8: Pripojenie nižšie položených vetiev cez redukčný ventil

Normálna zóna je napájaná existujúcim napájacím tlakom, ďalšie časti budovy (tlakové zóny) sú napájané cez zariadenie na zvyšovanie tlaku.

Zariadenie na zvyšovanie tlaku napája celú budovu, avšak nižšie položené vetvy sú pripojené cez redukčný ventil.

3. Tlakové pomery vyžadujú rozdelenie tlakových zón – časť 2.

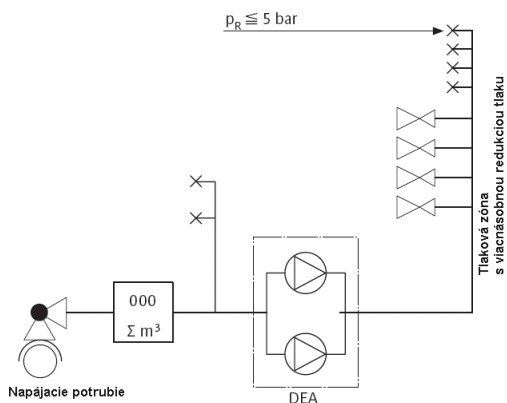


Diagram 9: Rozdelenie na normálnu zónu a na zónu s napájaním cez ATS

Dolné poschodia sú napájané s existujúcim napájacím tlakom. Vyššie časti budovy, napájané cez zariadenie na zvyšovanie tlaku, sú prostredníctvom redukcie tlaku rozdelené do tlakových zón. Najvyššie časti budovy sú napájané priamo cez zariadenie na zvyšovanie tlaku.

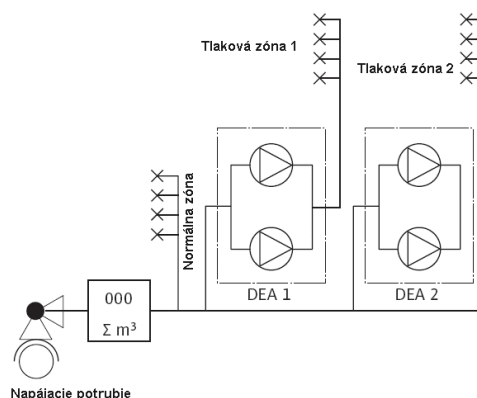


Diagram 10: Pripojenie nižšie položených vetiev cez redukčný ventil

Dolné poschodia sú napájané s existujúcim napájacím tlakom. Potom nasleduje napájanie príslušných zón cez dve zariadenia na zvyšovanie tlaku, pričom tu možno tlakové zóny zlúčiť, takže výslednú jednu tlakovú zónu možno napájať cez jedno zariadenie na zvyšovanie tlaku. Potom možno rozdeliť zónu na čiastočné zóny s napájaním redukovaným tlakom.

Pozor!

Odporúčame koncový tlak na armatúre alebo odbernom mieste minimálne v rozsahu **2,0 – 2,5 baru** vodného stĺpca. Tlak pred odbernými miestami by nemala prekročiť 6 baru vodného stĺpca.



Spôsoby pripojenia

V závislosti na spôsobe napojenia musia byť rýchlosti prúdenia v prívodnom potrubí obmedzené na určité maximálne hodnoty. V zásade **nesmie** celková **rýchlosť prúdenia kvapaliny** v prívodnom potrubí k ATS a k odberovým potrubiam bez ATS **presiahnuť 2,0 m/s**. Projektant stanovuje spôsob napojenia v spolupráci s príslušnou vodárenskou spoločnosťou. Rozlišujeme 2 základné spôsoby napojenia:

1.1 Priame pripojenie

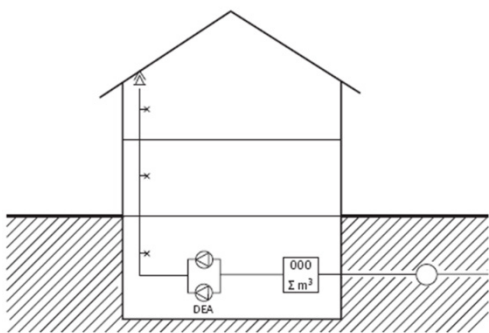


Schéma 3: Priame napojenie

Daný spôsob napojenia používa pre **minimálne náklady** s ním spojené, lebo **využíva vstupný tlak vodovodnej siete**. Pri tomto type rozvodu sú požadované vhodné opatrenia aby sa **zabránilo vzniku tlakových rázov** pri zapínaní a vypínaní čerpadla, **spätnému prúdeniu** do rozvodnej siete.

1.2 Nepriame pripojenie

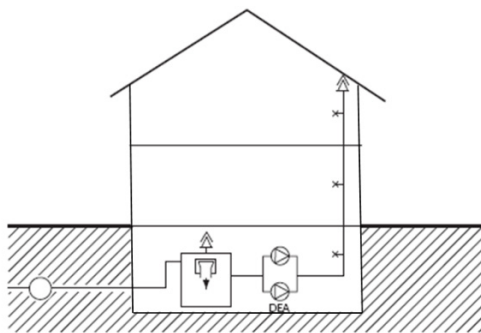


Schéma 12: Nepriame napojenie

Nepriame pripojenie na verejnú vodovodnú sieť sa dá realizovať v dvoch spôsoboch:

- Nepriame napojenie s expanznou nádobou na sacej strane
- Nepriame napojenie s otvoreným zásobníkom na sacej strane

Priame pripojenie bez tlakovej nádoby pred a za zariadením na zvyšovanie tlaku

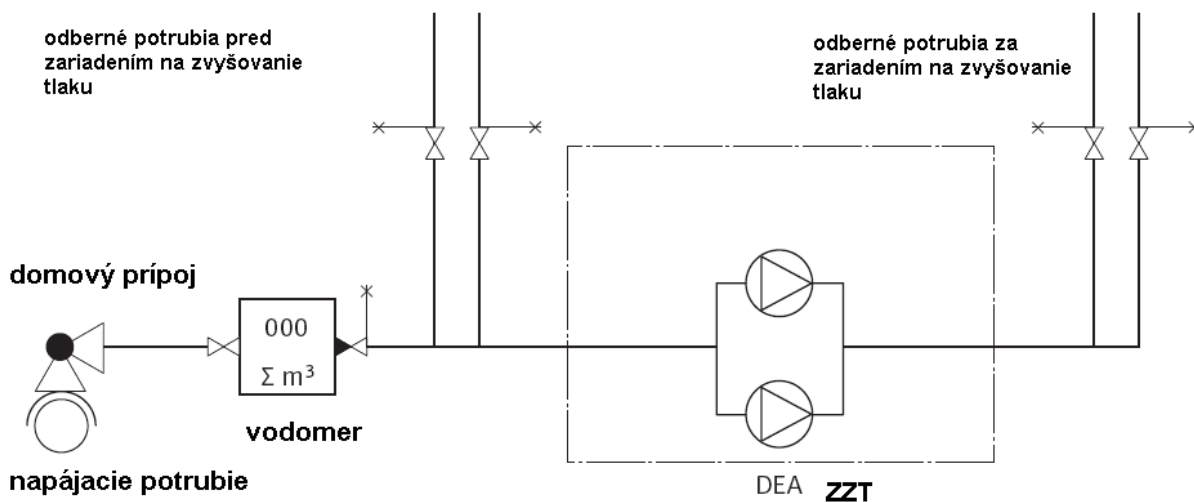


Schéma 13: Priame pripojenie ATS bez tlakovej nádoby

Tento spôsob pripojenia možno použiť pri dodržaní nasledujúcich predpokladov na strane vstupného tlaku (pred zariadením na zvyšovanie tlaku):

- a) keď je **maximálna zmena rýchlosti** prúdenia spôsobená zapnutím a vypnutím každého čerpadla v pripojovacom potrubí a v napájacom potrubí od ATS **menšia ako 0,15 m/s**;
 Pri výpade všetkých prevádzkových čerpadiel nesmú vzniknúť žiadne nedovolené tlakové rázy a takto spôsobená zmena rýchlosti prúdenia v pripojovacom potrubí a v napájacom potrubí od ATS **nesmie byť väčšia ako 0,5 m/s**, alebo
- b) keď je zabezpečené, že pri:
- nábehu čerpadiel zostane minimálny napájací pretlak ≥ 1 bar a nezmenší sa viac ako o 50 %;
 - vypnutí čerpadiel (aj pri výpade ich elektrického napájania) nebude pri odstavenom zariadení na zvyšovanie tlaku nárast tlaku Δp na strane odberov väčší ako dovolený prevádzkový pretlak viac ako o 1 bar.

Na splnenie uvedených požiadaviek v bodoch a) a b) možno ako tlmiači prvok použiť na vstupnej strane zariadenia na zvyšovanie tlaku **tlakovú nádobu**.

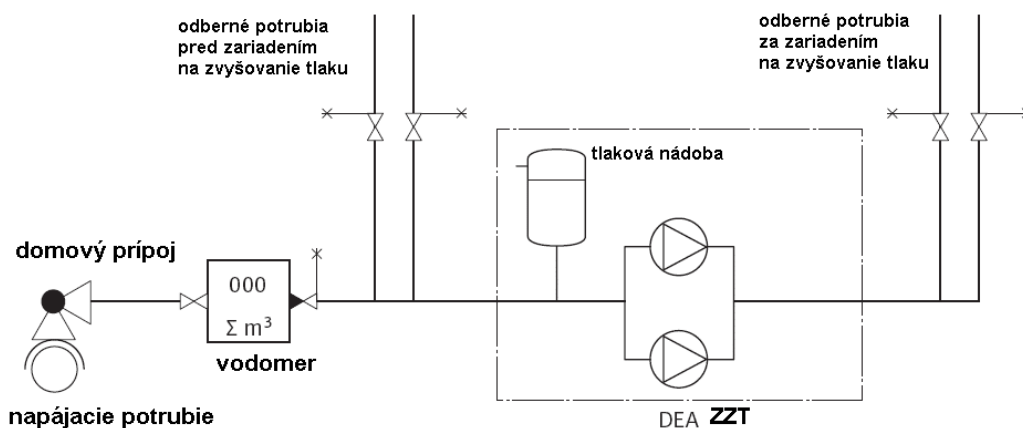


Schéma 14: Priame pripojenie s tlakovou nádobou pred ATS

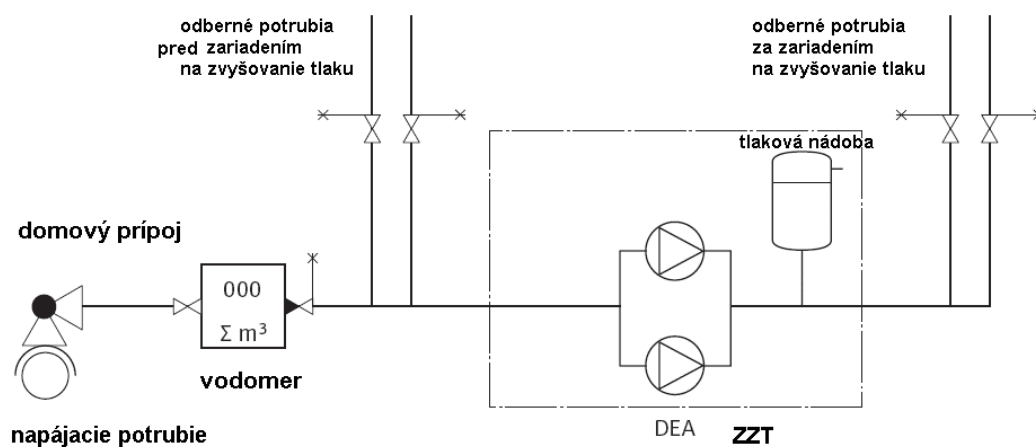


Schéma 15: Priame pripojenie s tlakovou nádobou za ATS

Nepriame pripojenie na verejný vodovod

Nepriame pripojenie je nepriame spojenie zariadenia na zvyšovanie tlaku s pripojovacím potrubím, odbočený z napájacieho potrubia prostredníctvom predradenej zásobnej nádrže. Do tejto nádrže, trvale spojenej s vonkajším prostredím (otvorená bezpretlaková nádrž) priteká voda cez jednu alebo viaceré regulačné armatúry, riadené v závislosti od výšky hladiny v nádrži. Aj tu treba dodržať podmienky pre stranu vstupného tlaku, uvedené v časti *Priame pripojenie*.

Nepriame pripojenie je potrebné iba vtedy, keď:

- v dôsledku maximálneho odberu zo strany zariadenia na zvyšovanie tlaku – pri zohľadnení susedných odberov vody – by poklesol minimálny dynamický tlak v hydraulicky najnevýhodnejšom odbernom mieste (väčšinou v najvyššie položenom) susedných zariadení pod jeho hraničnú hodnotu;
- treba do spoločných potrubí prepojiť potrubia verejnej vodovodnej siete a potrubia vlastného zariadenia na zásobovanie vodou (pozri aj normu DIN 1988, časť 4);
- sa môžu vyskytnúť kontakty pitnej vody s inými látkami (pozri aj normu DIN 1988, časť 4);
- existuje zdravotné ohrozenie predradených spotrebičov.

Popri vyšších nákladoch na prídavnú zásobnú nádrž je preto nevýhodou predovšetkým **strata tlaku vody z distribučnej siete**. Na kompenzáciu treba preto **zariadenie na zvyšovanie tlaku vybaviť väčším čerpacím výkonom**. Potrebu nepriameho pripojenia treba napokon konzultovať s príslušným vodárenským podnikom.

Varianty pripojenia

Zatiaľ čo je rozhodnutie o nepriamom a priamom spôsobe pripojenia a o prípadnom použití tlakovej nádoby pred zariadením na zvyšovanie tlaku dané iba kritériami, týkajúcimi sa strany vstupného tlaku, závisí možné potrebné použitie tlakovej nádoby na výstupnej strane výlučne iba od konštrukcie zariadenia na zvyšovanie tlaku.

Kritériá, ktoré treba zohľadniť:

- rušivé tlakové rázy spôsobené riadením čerpadiel v závislosti od tlaku alebo od prietoku,
- príliš veľká početnosť spínania čerpadiel,
- akumulácia a výdaj pitnej vody vo fáze vypnutia zariadenia na zvyšovanie tlaku (vypínací a zapínací impulz).

Tieto požiadavky bývajú spravidla splnené použitím viac-čerpadlových zariadení, pri ktorých sa potrebný maximálny čerpací výkon rozdeľuje na viaceré čerpadlá s relatívne menším čerpacím výkonom (delenie výkonu; *splitting*).

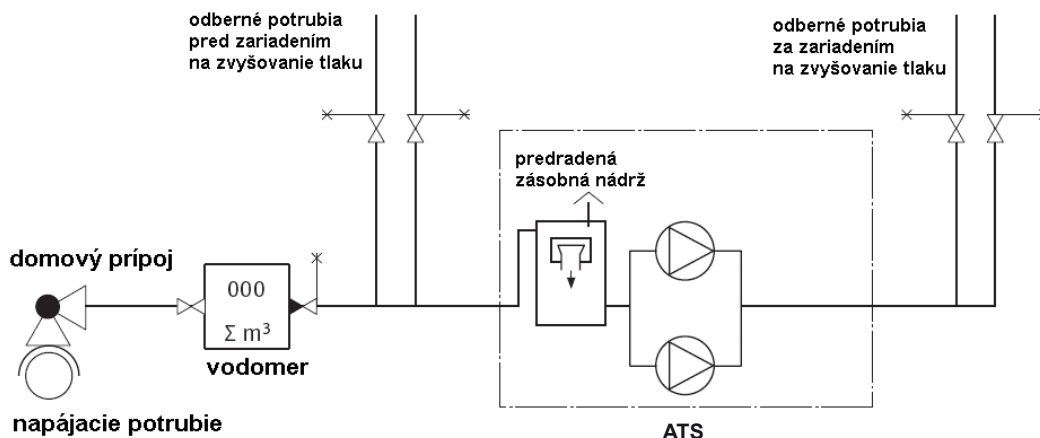


Schéma 16: Nepriame pripojenie s atmosférickou zásobnou nádržou bez tlakovej nádoby

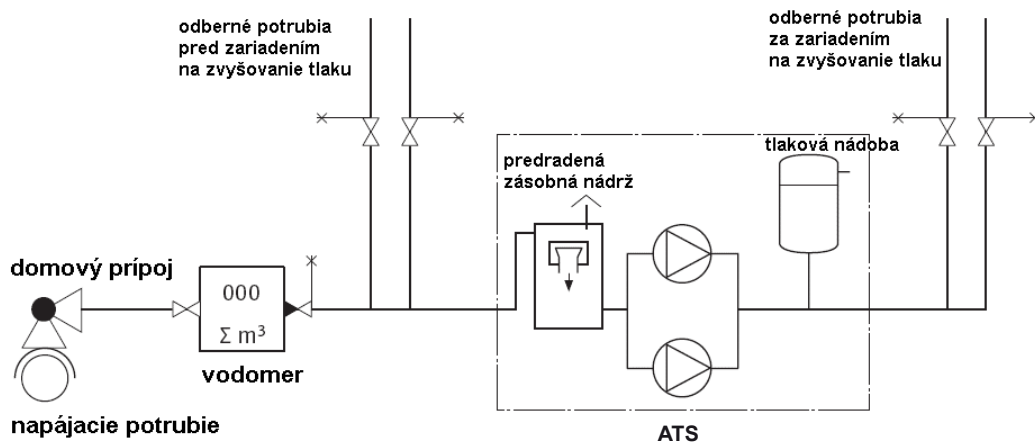


Schéma 17: Nepriame pripojenie s otvorenou atmosférickou zásobnou nádržou s tlakovou nádobou

Zásobná nádrž so zavzdušením

Na splnenie požiadaviek daných normami **EN 1717** a **DIN 1988** (časť 200, 500 a 600) z hľadiska vstupnej a výstupnej strany, môže byť potrebné zabezpečiť k zariadeniu na zvyšovanie tlaku predradenú zásobnú nádrž so zavzdušením (bezpretlaková) a ďalšie prídavné zariadenia. Pre výber a dimenzovanie takejto atmosférickej zásobnej nádrže platia nasledujúce predpisy.

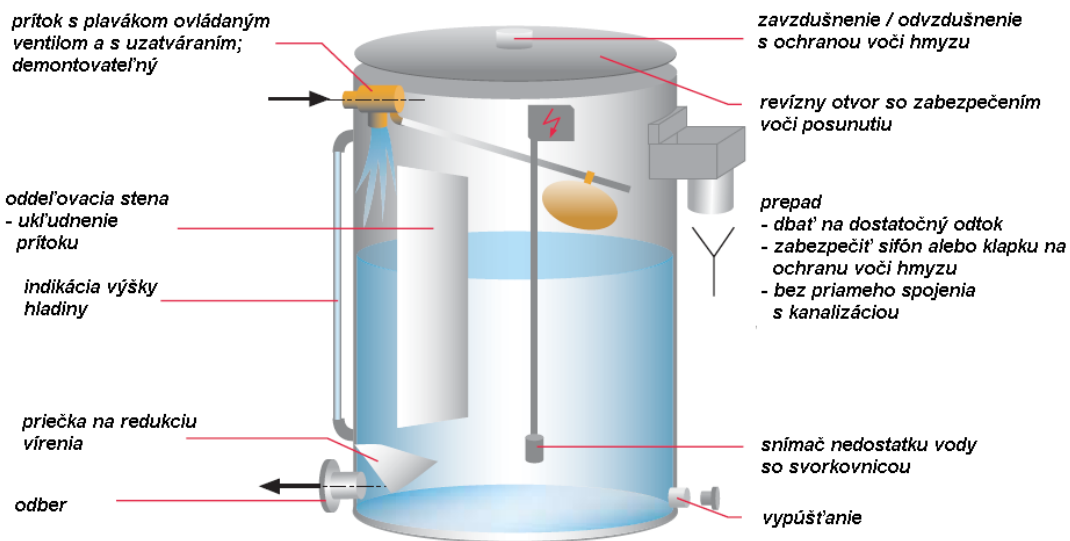


Schéma 18: Príklad usporiadania predradenej zásobnej nádrže so zavzdušením

Na určenie potrebného využiteľného objemu zásobnej nádrže, potrebnej pri nepriamom pripojení, treba zohľadniť nasledujúce faktory:

- objemový prítok V a minimálny napájací tlak $p_{\min v}$ v pripojovacom potrubí verejnej vodovodnej siete resp.
- vypočítaný špičkový objemový prítok V_s potrebný na krytie spotreby.

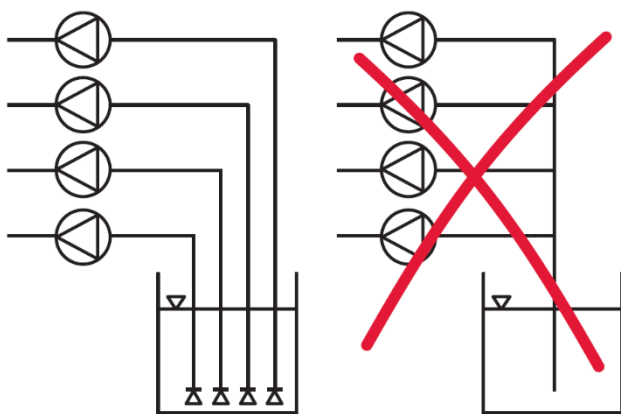
Keď potrebný špičkový objemový prietok budovy V_s nemožno odoberať z napájacieho potrubia, treba určiť objem zásobnej nádrže V_B na objemovú kompenzáciu (charakteristika prítoku a celkového odberu). Ak nie je potrebné zohľadniť objemovú kompenzáciu, možno približne určiť využiteľný objem zásobnej nádrže podľa nasledujúceho vzťahu:

$$V_B = 0,03 \times V_{\max P} [m^3]$$

Skratka	Popis
V_B	maximálny objem zásobnej nádrže
$V_{\max P}$	maximálny objemový prietok zariadenia na zvyšovanie tlaku

ATS v prevádzke s nasávaním

Odporúča sa vždy zabezpečiť **pre každé čerpadlo vlastné nasávacie potrubie** s nasávacím ventilom. V tomto prípade odpadajú spätné ventily na strane výstupného tlaku (na výstupe zariadenia na zvyšovanie tlaku). **Neodporúčajú sa zariadenia so spoločným nasávacím potrubím.**



Pozor!

Pre každé čerpadlo zabezpečiť vždy vlastné nasávacie potrubie

Pri prevádzke čerpadiel s normálnym nasávaním v štruktúre so spoločným nasávacím potrubím existuje možnosť, že bežiacie čerpadlo zníži hladinu vody v obvode vypnutého čerpadla a súčasne sa cez klzný tesniaci krúžok nasaje do čerpadla vzduch. Pri zámene prevádzkovaného čerpadla dôjde v dôsledku zostávajúceho vzduchového vankúša k behu klzného tesniaceho krúžku nasucho a ku značnej redukcii čerpacieho výkonu (výtláčnej výšky) čerpadla.

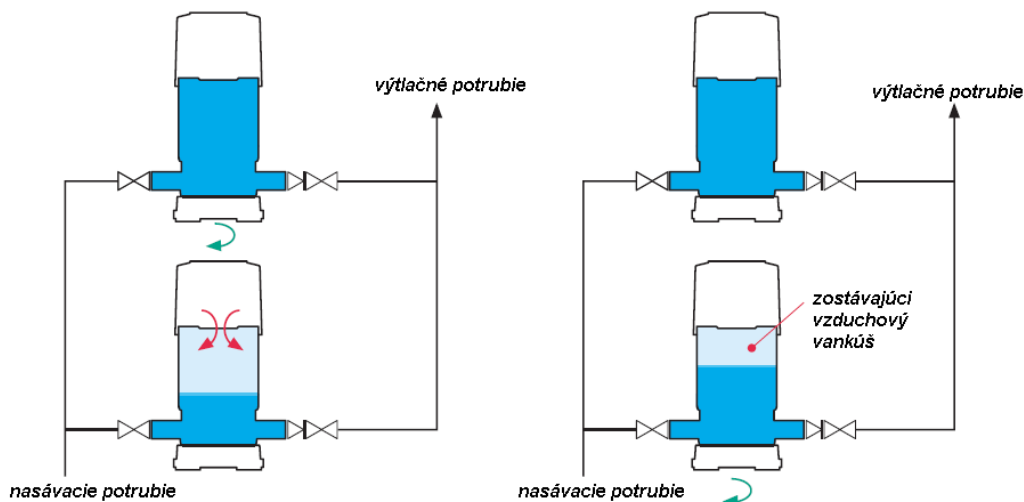


Schéma 19: Znárodnenie usporiadania ATS v prevádzke so spoločným nasávacím potrubím

Tlakové nádoby použité spoločne s ATS

Tlakové nádoby sa používajú v zariadeniach na pitnú vodu:

- na **tlmenie hydraulických tlakových rázov**, najmä u veľkých zariadení
- ako **vyrovnávacie** a manipulačné nádoby v súvislosti so zariadeniami na zvyšovanie tlaku.

Hlavné požiadavky na tlakové nádoby pri použití v systémoch s pitnou vodou:

- dostatočné vnútorné prúdenie (bez blokovania prietoku vody v membránovej tlakovej nádobe),
- ochrana voči korózii všetkých prvkov v kontakte s pracovným médiom a hygienická nezávadnosť použitých nekovových materiálov resp. žiadna senzitívna zmena vody a vytváranie biofilmu.

Pozor!

Zásadne sú dovolené iba demontovateľné obtokové potrubia.

Minimálny prevádzkový tlak p_{on} v prípade inštalácie na výtláčnej strane musí byť o cca 0,2 bar nižší ako zapínací tlak zariadenia. V prípade, že je počiatočný tlak p_{on} v expanznej nádobe minimálne o 0,2 bar vyšší ako pretlak, je zabezpečená vždy dostatočná zásoba vody.

Príklad na doporučené nastavenie tlaku vzduchu v expanznej nádobe:

Spínací tlak čerpadla: **5 bar**

Vypínací tlak čerpadla: **5,2 bar**

Tlak vzduchu v expanznej nádobe: **4,8 bar**

Celkový objem membránovej tlakovej nádoby na strane výstupnej z automatickej tlakovej stanice sa musí vypočítať. Umiestnenie tlakovej nádoby na strane výtlaku môže znížiť počet zopnutí stanice.

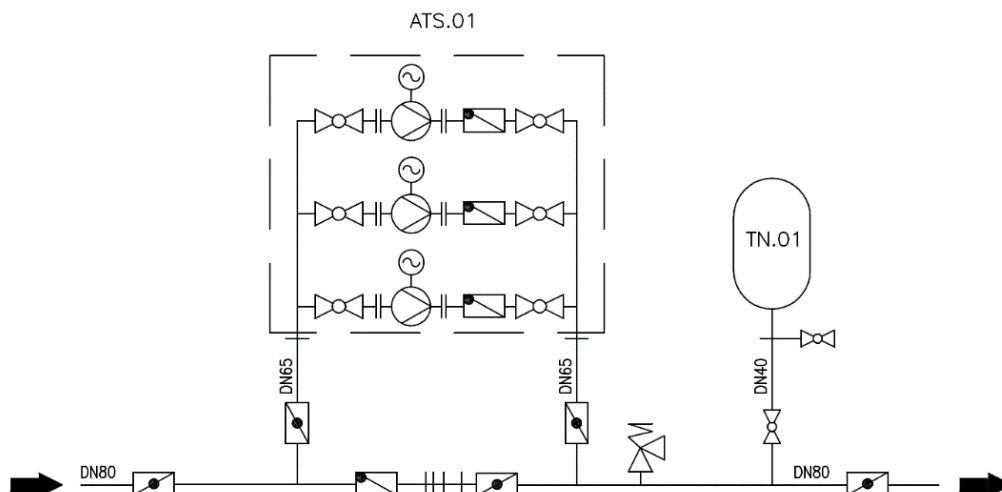


Schéma 21: Tlaková nádoba na výtlaku, pozornosť venovať na rozdiely DN pripojenia a výtlaku

Výpočet tlakovej nádoby pre minimálny spínací objem vody na ochranu čerpadla proti prehriatiu a zároveň možné zníženie počtu spínacích cyklov:

$$V_U = \frac{3600 \cdot Q_{maxP}}{4 \cdot s \cdot n}$$

- V_U – užitočný objem [l]
- Q_{maxP} – maximálne dodávané množstvo [l/s]
- s – počet spínaní [1/hod]
- n – počet čerpadiel

Celkový objem tlakovej nádoby:

$$V_E = V_U \cdot \frac{1 + p_{on} + (p_{off} - p_{on})}{(p_{off} - p_{on}) \cdot k}$$

- V_E – celkový objem [l]
- V_U – rezerva vody (užitočný objem) [l]
- P_{on} – spínací tlak [bar]
- P_{off} – vypínací tlak [bar]
- K – bezpečnostný koeficient (0,1 – 0,2)

Pri zariadeniach na zvyšovanie tlaku s reguláciou otáčok čerpadiel, slúžia tlakové nádoby na tlmenie rázov pri rýchlych zmenách spotreby (napr. rýchlo-uzatváracie armatúry).

Pri dimenzovaní objemu expanznej nádoby je nutné prihliadať aj na špičkový objemový prietok V . Je nutné skontrolovať, či objemový prietok nie je prekročený a zároveň určiť aká tlaková strata vzniká.

Pozor!

Každému druhu zariadenia priradiť vlastný výpočet tlakovej nádoby!

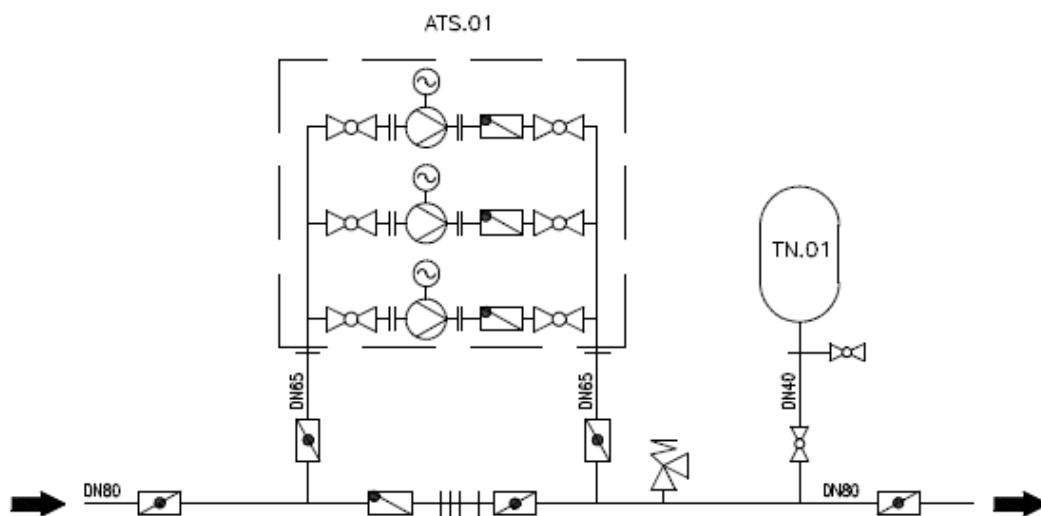
Prípojka tlakovej nádoby	Maximálny objemový prietok a rýchlosť prúdenia	Skutočná tlaková strata pripojenia pri objemovom prietoku V
DN 20	$\leq 2,5 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\Delta p = 0,03 \text{ bar} \cdot \left(\frac{V \text{ m}^3/\text{h}}{2,5 \text{ m}^3/\text{h}}\right)^2$
DN 25	$\leq 4,2 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	zanedbateľná
DN 32	$\leq 7,2 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\Delta p = 0,04 \text{ bar} \cdot \left(\frac{V \text{ m}^3/\text{h}}{7,2 \text{ m}^3/\text{h}}\right)^2$
DN 50	$\leq 15 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\Delta p = 0,14 \text{ bar} \cdot \left(\frac{V \text{ m}^3/\text{h}}{15 \text{ m}^3/\text{h}}\right)^2$
DN 65	$\leq 27 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\Delta p = 0,11 \text{ bar} \cdot \left(\frac{V \text{ m}^3/\text{h}}{27 \text{ m}^3/\text{h}}\right)^2$
DN 80	$\leq 36 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	
DN 100	$\leq 56 \text{ m}^3/\text{h}, \leq 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	zanedbateľná

Poistné ventily

Ak tlak v zariadení prekročí **1,1- násobok dovoleného maximálneho prevádzkového pretlaku** celej domovej inštalácie, treba do systému zabudovať bezpečnostný ventil. Tlak zariadenia zodpovedá súčtu maximálneho vstupného tlaku a maximálneho výtlačného tlaku zariadenia na zvyšovanie tlaku. Domová inštalácia zahŕňa vo všeobecnosti potrubia, armatúry, tlakové nádoby a inštaláciu na teplú vodu.

Bezpečnostný ventil musí byť odskúšaný. Treba ho dimenzovať tak, aby sa mohol otvoriť pri aktivačnom tlaku (1,1- násobok maximálneho dovoleného prevádzkového pretlaku) od objemového prietoku zariadenia na zvyšovanie tlaku. Vytekajúcu vodu z tohto ventilu treba bezpečne odviešť.

Počas normálnej prevádzky treba zabezpečiť dodržanie normálneho prevádzkového pretlaku inými vhodnými zariadeniami, napr. redukčným ventilom.



ZOZNAM STROJOV A ZARIADENÍ :

POZÍCIA	ATS.01	TN.01
NÁZOV	AUTOMAICKÁ. TL. STANICA TYP SiBoost Smart 3 Helix VE1003	TLAKOVÁ NÁDOBA S GUM. V. TYP MaxiVarem LS 500 V, PN10
PRIETOK	(0 - 5,7) l/s	
TLAK	(10,0-30,0) m	PN 10
VÝKON EL. MOT	(2+1) x 1,5 kW	
OTÁČKY	3500 ot/min	
OBJEM		500 litrov
HĽADNOSŤ	169,0 kg	kg
POČET	1 ks	
DN prípojenie	R 2 1/2"/2 1/2"	1 1/2"

LEGENDA

	SPÄTNÁ KLAPKA
	GULOVÝ KOHÚT
	SKRÚTKOVANIE PRIAME
	FILTER
	POISTNÝ VENTIL
	REDUKCIA
	ČERPADLO
	TLAKOVÝ SPÍNAČ

DOPRAVOVANÉ MÉDIA :

————— PITNÁ VODA

Príklad zostavy ATS 2+1 na obtoku a použití tlakovej nádoby na výtlačnom potrubí

Režimy prevádzky: ovládané a regulované ATS

Ovládania čerpadiel

ATS musia byť vybavené jedným záložným čerpadlom. V prípade výpadu niektorého prevádzkového čerpadla **musí byť zabezpečené 100%-né pokrytie špičkového prietoku QD**. Pri menších objektoch ako napr. jedno- a dvojbytové rodinné domy nie je potrebné záložné čerpadlo.

Pri zariadeniach s viacerými čerpadlami je potrebná **automatická cyklická zámena čerpadiel** (vrátane záložného čerpadla) **aby sa zabránilo stagnácii vody** (dlhšia doba odstátia). Každé čerpadlo sa musí okrem toho minimálne raz za 24 hodín uviesť do prevádzky (pri prevádzke v zmysle účelu použitia; „pretáčanie“ čerpadiel).

Pri výpade niektorého čerpadla treba zabezpečiť automatické prevzatie napájania iným čerpadlom a indikáciu alebo hlásenie poruchy.

Pozor!

Odporúča sa, aby hysterézia spínania zariadenia $\Delta p_{\text{off-on}}$ nebola menšia ako 150 kPa.

Pri priamom pripojení je potrebné inštalovať priamo za jednotkou vodomera indikátor tlaku (prednostne s indikátorom extrémnej hodnoty). Pritom treba dbať na to, aby bol čerpací tlak počas doby dobehu čerpadiel pri objemovom prietoku $Q = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ nastavený väčší ako vypínací tlak. Preto treba uprednostniť zariadenia, ktoré generujú prostredníctvom regulačného zariadenia (obyčajne zariadenia s reguláciou frekvencie) konštantný dynamický tlak $p_{\text{min nom}}$, pri ktorom ležia dynamický tlak $p_{\text{min nom}}$, minimálny dynamický tlak $p_{\text{min nom}}$ a statický tlak p_{pred} na jednej tlakovej charakteristike (nezávisle od kolísania napájacieho vstupného tlaku).

Spínanie a reguláciu treba dimenzovať tak, aby sa pri priamom pripojení pri poklese vstupného tlaku pod 100 kPa zariadenie vyplo (obvod ochrany predradených spotrebičov voči nedostatku vody).

Treba zabrániť nestabilnému spínaniu

Pri nepriamom pripojení musí byť zariadenie a čerpadlá chránené voči behu nasucho (nedostatok vody) a nedostatok vody indikovať alebo hlásiť – v ideálnom prípade je zariadenie vybavené snímačom nedostatku vody.

Po odstránení nedostatku vody sa môže zariadenie opäť automaticky zapnúť.

ATS s ovládaním v závislosti od tlaku

ATS s ovládaním od tlaku sa prostredníctvom tlakových spínačov v rámci prednastaveného rozsahu tlaku p_{min} a p_{max} resp. podľa žiadanej hodnoty tlaku podľa potreby zapínajú a vypínajú jednotlivé čerpadlá. Čerpadlo na základné zaťaženie ako aj čerpadlá na špičkové zaťaženie sa pritom spínajú (zapínajú/vypínajú) s maximálnymi otáčkami. Pri systémoch bez regulácie sú v závislosti od konceptu ovládania reálne priebehy tlaku v rozsahu 1 až 2,5 bar.



Obrázok 3: ATS s ovládaním od tlaku Wilo – Economy

ATS s reguláciou v závislosti od tlaku

Zariadenie na zvyšovanie tlaku sa prostredníctvom snímača tlaku nastavuje v závislosti od potreby na prednastavenú žiadanú hodnotu tlaku. Pritom sa minimálne u čerpadla na základné zaťaženie regulujú otáčky jeho motora pomocou meniča frekvencie. Čerpadlá na špičkové zaťaženie sa potom v závislosti od potreby spínajú (zapínajú / vypínajú) s maximálnymi otáčkami. U systémov s reguláciou otáčok je v závislosti od konceptu regulácie reálny regulačný rozsah tlaku v rozsahu 0,4 až 1,0 bar.

V moderných zariadeniach na zvyšovanie tlaku sú v súčasnosti vybavené vlastným meničom frekvencie už všetky čerpadlá, takže sa regulácia prenáša na nasledujúce pripojované čerpadlo. U týchto tzv. „SMART“- systémov je reálna stabilita tlaku (regulačný rozsah tlaku) v rozsahu $\pm 0,1$ bar.



Obrázok 4: ATS s ovládaním od tlaku Wilo – Comfort

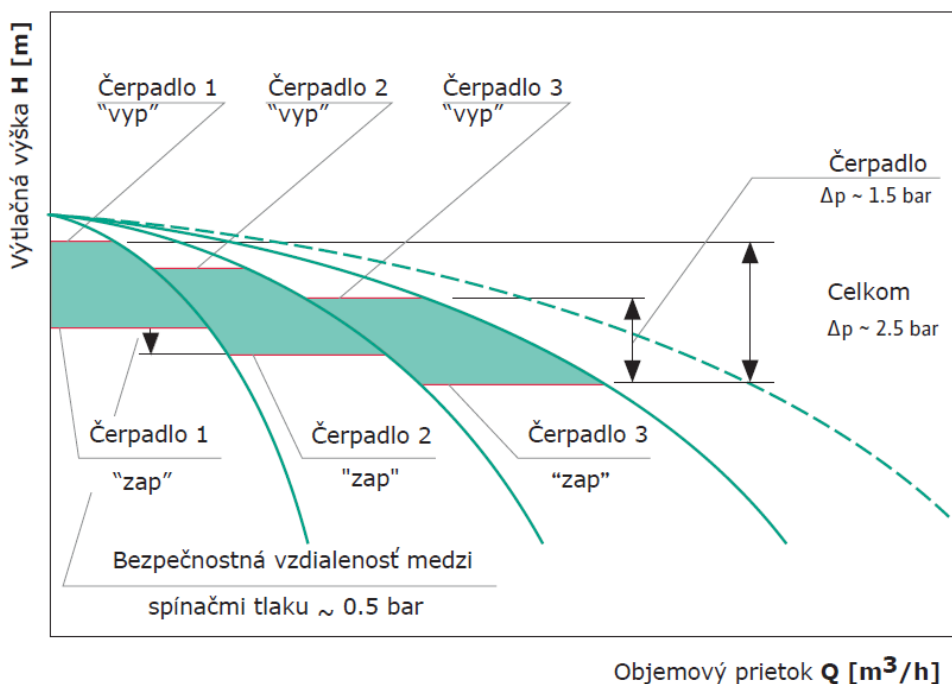


Obrázok 5: Typový rad Wilo-Siboost Smart 4 Helix

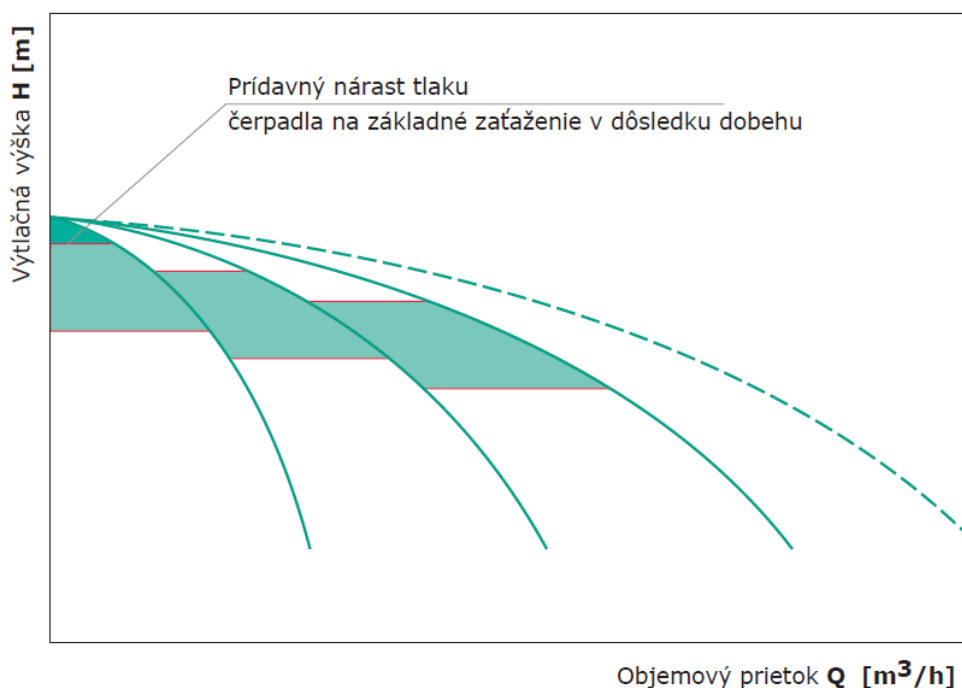
Koncepty ATS a ich hydraulické funkcie

Ovládané zariadenie

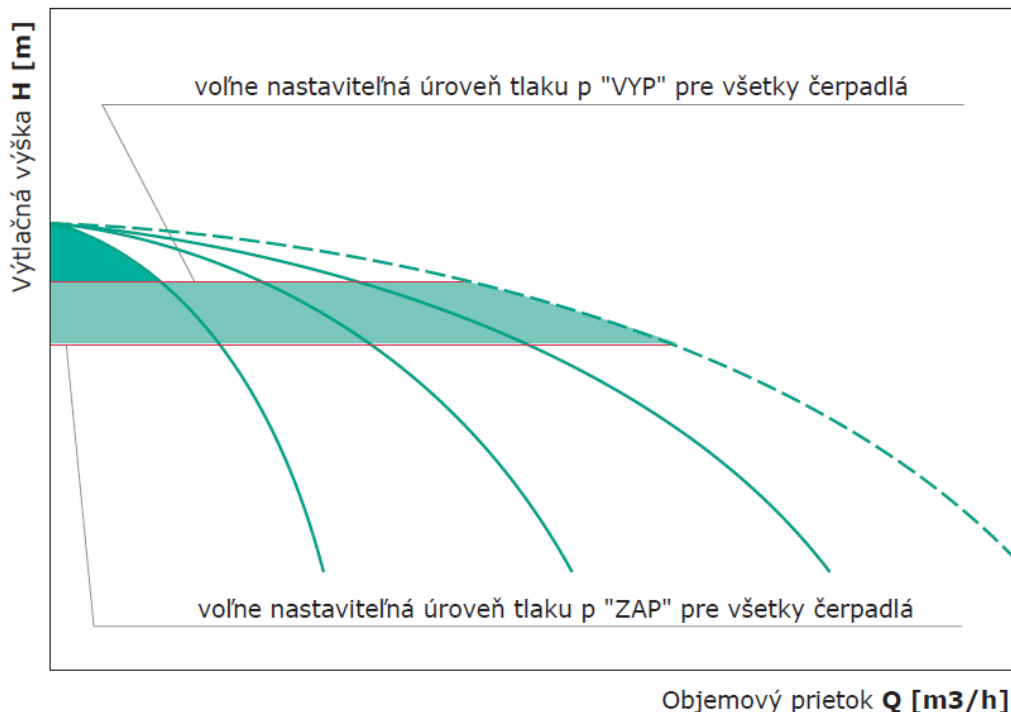
Kaskádové zapojenie pomocou tlakových spínačov bez časových oneskorovacích členov, napr. 4- čerpadlové zariadenie, s priradením jedného tlakového spínača každému čerpadlu. Kvalita regulácie v kaskádovom zapojení nie je optimálna, v najlepšom prípade je možný regulačný rozsah Δp cca 2,5 bar (napr. pri troch prevádzkových čerpadlách).



Kaskádové zapojenie ako vyššie avšak **s časovým oneskorovacím členom** pre čerpadlo na základné zaťaženie, aby sa zabránilo nestabilite (príliš častému prepínaniu). Vypínací tlak čerpadla na základné zaťaženie = nulová výtlačná výška čerpadla.

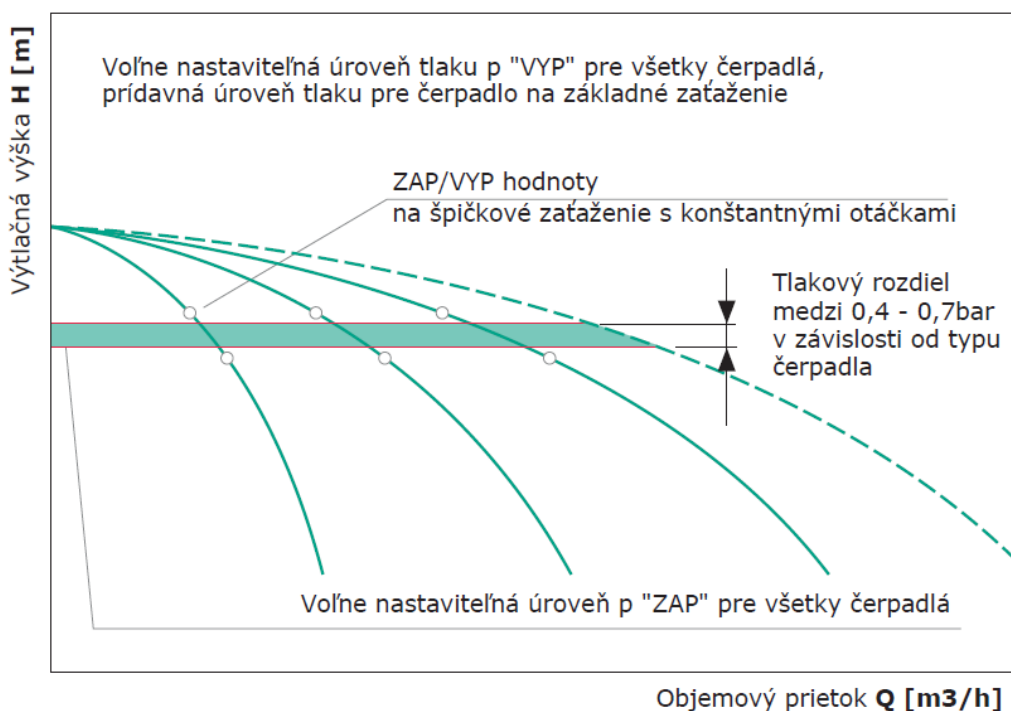


Kaskádové zapojenie ako vyššie, avšak s ovládaním prostredníctvom snímača tlaku resp. kontaktového manometra. Systém bez regulácie s časovým dobehom čerpadla na základné zaťaženie. Odovzdávanie funkcie čerpadla na základné a špičkové zaťaženie, **avšak s veľkým rozsahom regulovaného tlaku** Δp . Vypínací tlak čerpadla na základné zaťaženie zodpovedá na základe dôb dobehu vždy nulovej výtlačnej výšky čerpadla (H_{\max} čerpadla pri $Q = 0$).



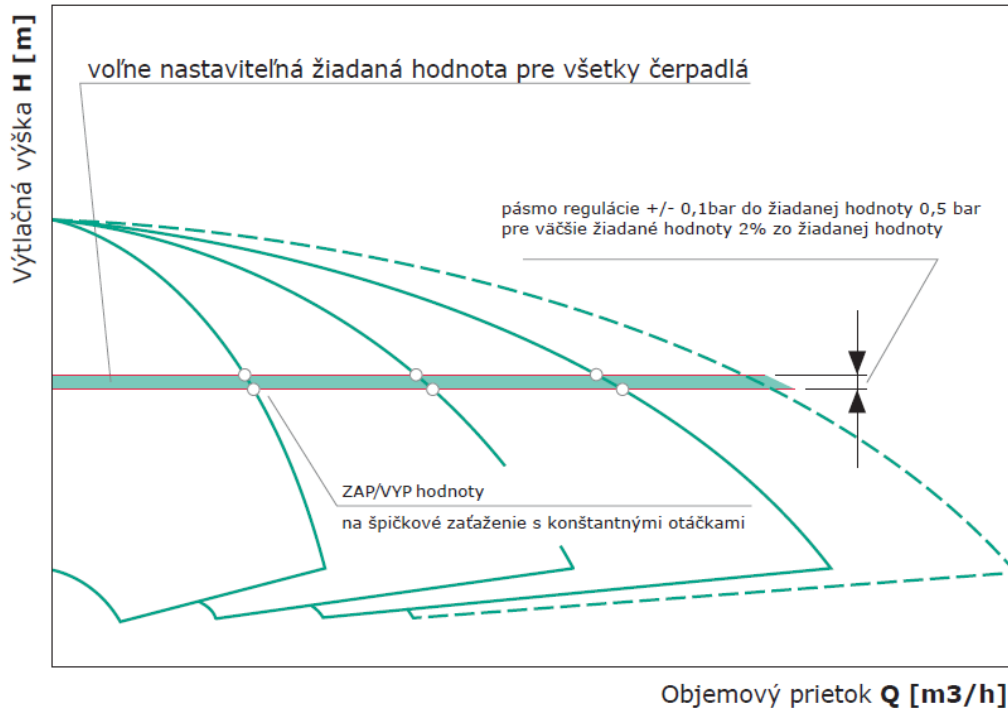
Zariadenia s reguláciou otáčok – cez menič frekvencie je regulované iba čerpadlo na základné zaťaženie

Bezpečné a komfortné zariadenie s odovzdávaním funkcie čerpadla na základné a špičkové zaťaženie, čo umožňuje dosiahnuť menší regulačný rozsah Δp . Bez nárastu tlaku v oblasti malého zaťaženia resp. pri objemovom prietoku $Q = 0$. Kolísanie tlaku pri spínaní (zapínanie / vypínanie) neregulovaných čerpadiel na špičkové zaťaženie.



Zariadenia s reguláciou otáčok – regulácia otáčok všetkých čerpadiel

Bezpečné a komfortné zariadenie s optimalizáciou odovzdávaním funkcie regulácie na čerpadlá na špičkové zaťaženie v závislosti od účinnosti prevádzky; to umožňuje realizovať veľmi malý regulačný rozsah Δp . Bez nárastu tlaku v oblasti malého zaťaženia resp. pri objemovom prietoku $Q = 0$ a pri spínaní (zapínanie / vypínanie) čerpadiel na špičkové zaťaženie.

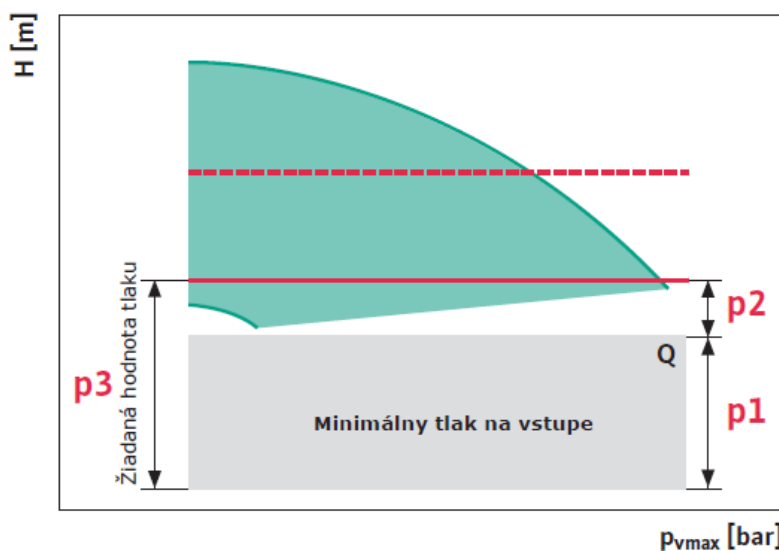


Zvláštnosti pri zariadeniach na zvyšovanie tlaku s reguláciou otáčok čerpadiel

Kolísanie vstupného tlaku sa kompenzuje reguláciou otáčok, integrovanou v každom jednotlivom čerpadle.

To platí, pokiaľ nie je kolísanie tlaku väčšie ako rozdiel medzi žiadanou hodnotou tlaku a nulovou výtlačnou výškou H_0 jednotlivého čerpadla pri minimálnych otáčkach n_{\min} .

Ak je kolísanie tlaku väčšie, potom treba pred zariadenie inštalovať redukčný tlakový ventil.



Kompenzácia kolísania vstupného tlaku

Príklad 1:

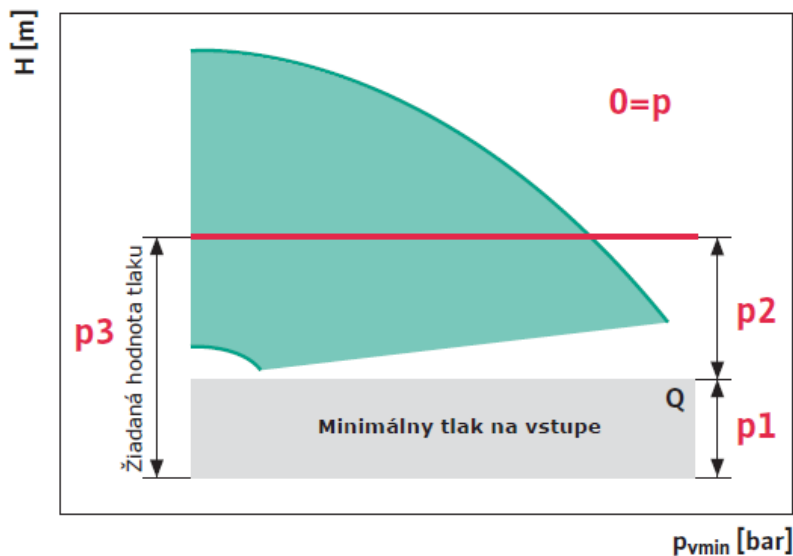
Použitie **Helix VE 407** s nasledujúcimi parametrami: H_0 pri $n_{\min}=1,7$ bar, žiadaná hodnota = 5 bar, $p_{v\min}=1,5$ bar, $p_{v\max}=3,0$ bar

Výpočet

$$\begin{aligned} \Delta H_{diff} &= \text{žadovaná hodnota} - H_0 \text{ pri } n_{min} \\ &= 5 \text{ bar} - 1,7 \text{ bar} \\ &= 3,3 \text{ bar} \\ \Delta p_v &= p_{vmax} - p_{vmin} \end{aligned}$$

Záver:

$p_{Hdiff} > \Delta p_v$ (3,3 bar > 1,5 bar): reguláciou čerpadla možno kompenzovať maximálne kolísanie tlaku.



Príklad 2:

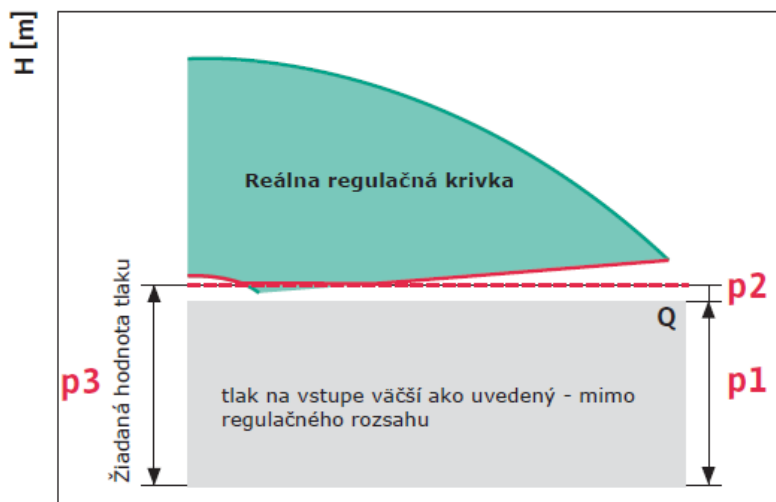
Použitie **Helix VE 403** s nasledujúcimi parametrami: H_0 pri $n_{min}=0,6$ bar, žiadaná hodnota = 2 bar, $p_{vmin}=1,5$ bar, $p_{vmax}=3,0$ bar

Výpočet:

$$\begin{aligned} p_{Hdiff} &= \text{žadovaná hodnota} - H_0 \text{ pri } n_{min} \\ &= 2 \text{ bar} - 0,6 \text{ bar} \\ &= 1,4 \text{ bar} \\ \Delta p_v &= p_{vmax} - p_{vmin} \\ &= 3,0 \text{ bar} - 1,5 \text{ bar} \\ &= 1,5 \text{ bar} \end{aligned}$$

Záver:

$p_{Hdiff} < \Delta p_v$ (1,4 bar < 1,5 bar): reguláciou čerpadla nemožno kompenzovať maximálne kolísanie tlaku.



Je potrebné použiť regulačný ventil tlaku na udržanie konštantného vstupného tlaku

Skratka

n_{min}

Minimálne otáčky

p_{vmin}

Minimálny tlak na vstupe čerpadla

p_{vmax}

Maximálny tlak na vstupe čerpadla

p_{Hdiff}

Rozdiel výtlačných výšok čerpadla

p_v

Tlak na vstupe čerpadla

Δp_v

Rozdiel tlakov na vstupe čerpadla

ΔH_{diff}

Rozdiel výtlačných výšok

Bezpečnostné zariadenia

Ochrana proti nedostatku vody

Pri nepriamom pripojení treba zabezpečiť ochranu čerpadiel proti nedostatku vody (ochrana proti chodu nasucho). Pri priamom pripojení treba zariadenie zapojiť tak, aby sa pri poklese vstupného tlaku pod minimálnu hodnotu vyplo resp. zostalo vypnuté, čiže vo výnimočnom prípade pod 1,0 bar (prítom treba zohľadniť miestne danosti).

Poznámka:

Pri zariadeniach na protipožiarnu ochranu treba dbať na miestne predpisy (preventívna protipožiarna ochrana).

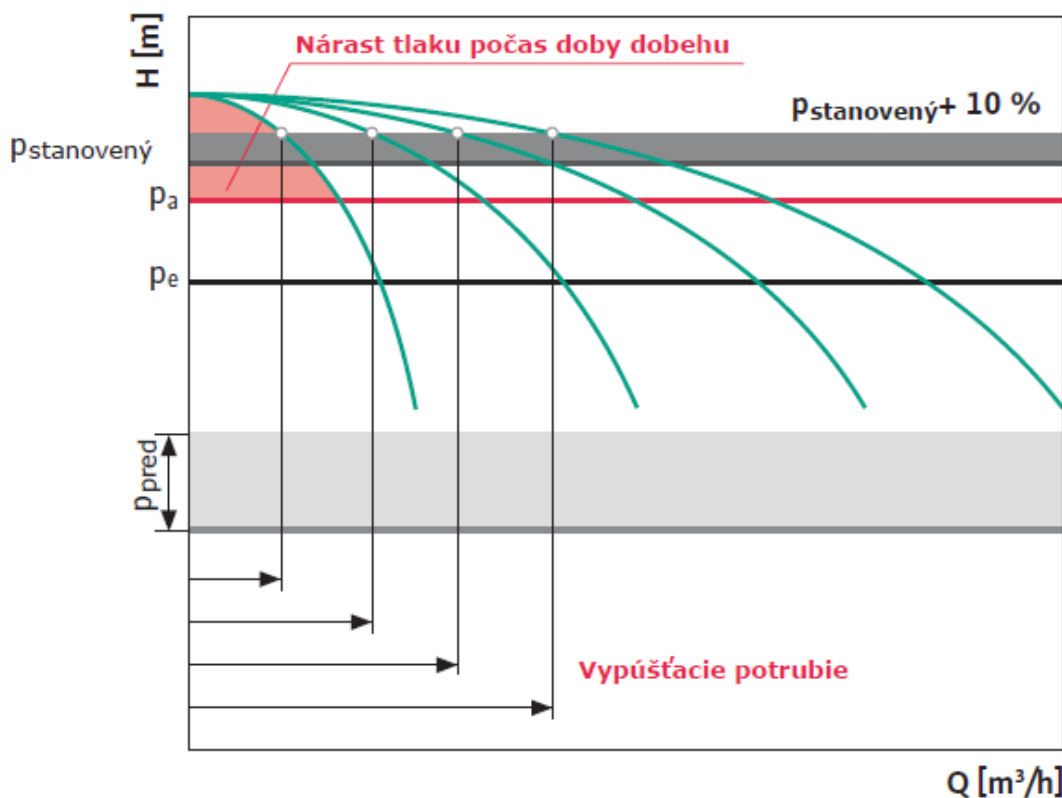
Armatúry

Odolnosť proti pretlaku

Všetky prvky zariadení na zvyšovanie tlaku musia byť dimenzované minimálne na menovitý tlak PN 10 (pokiaľ dovolené väčšie prevádzkové pretlaky nevyžadujú väčší menovitý tlak).

Uzatváracie armatúry

Pred a za každým čerpadlom musí byť inštalovaná uzatváracia armatúra tak, aby bolo možné bez prerušenia zásobovania vodou demontovať každé jednotlivé čerpadlo.



Vo vzťahu k zariadeniu na zvyšovanie tlaku **môže byť nedovolené prekročenie tlaku spôsobené:**

- chybným dimenzovaním
- zmenou pomerov na prítoku
- chybnou obsluhou
- nesprávnymi / nepovolnými zásahmi

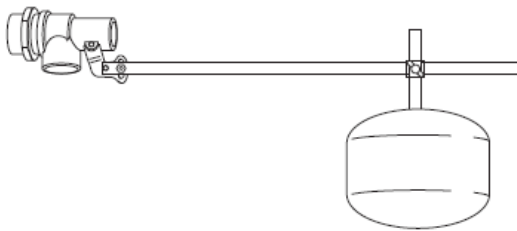
Armatúry závislé od výšky hladiny

Ak sa musia použiť armatúry s činnosťou závislou od výšky hladiny (napr. plavákové ventily) potom treba voliť iba také, ktoré sa okamžite neotvárajú alebo nezatvárajú. Doba otvorenia resp. uzatvorenia musí byť dlhšia ako 0,5 sekundy.

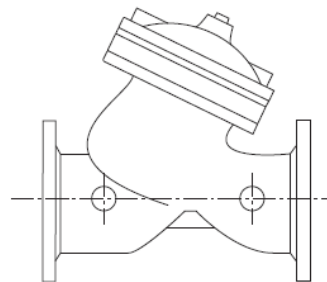
Pred týmito armatúrami treba u nádrží zabudovať uzatvárací prvok. V prípade potreby treba zabudovať redukčný ventil (pozor: maximálny statický tlak 5 bar).

Maximálna svetlosť plavákových ventilov je obmedzená na DN 50 (špeciálne aj väčšie rozmery). Ak by bol objemový prietok cez plavákový ventil nepostačujúci:

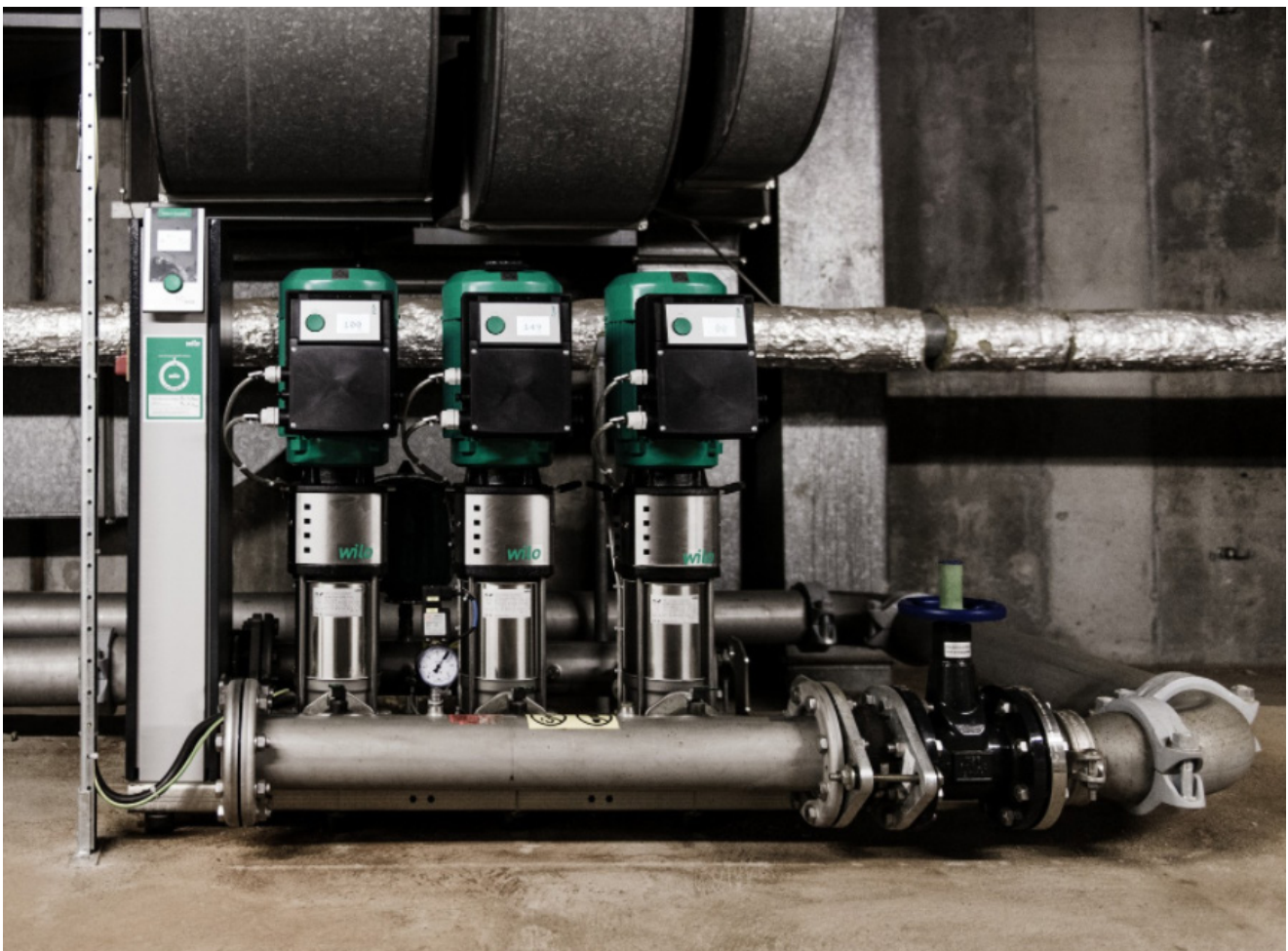
- treba zapojiť niekoľko ventilov paralelne. Ich plaváky treba nastaviť na rôzne výšky hladiny (kaskádové radenie), pričom treba dbať na voľnosť pohybu plavákov.
- Alebo je treba použiť membránové ventily s priamym výtokom s pomocným ovládaním.



Plavákový spínač



Membránový ventil



Produktové portfólio – systémy SiBoost Smart

Systémy SiBoost Smart je ucelené riešenie zariadení na zvyšovanie tlaku. Variabilita použitých čerpadiel sérií Helix V, VE, Helix 2.0 a EXCEL umožňuje vyhovieť najnáročnejším požiadavkám pri zachovaní jednoduchej inštalácia a integrácie do nadradeného ovládacieho systému.

Riešenie Siboost Smart dokáže pokryť pracovné body Q/H až do 320 m³/h a 156m (250m na vyžiadanie).

Pridaná hodnota komplexného zariadenia:

- Vysoká hydraulická účinnosť až do 80% (zníženie energetických a prevádzkových nákladov)
- Optimalizované komponenty pre čo najmenšiu stratu tlaku v zariadení
- Spätné klapky medzi demontovateľnými prírubami
- Káblovanie je umiestnené v ráme konštrukcie
- Rám je prispôsobený na manipuláciu a závesné oká umožňujú jednoduchý transport
- Rám je osadený na gumených nohách pre znížene vibrácií a možnú aretáciu na mieste
- Prístup k upchávkam je z prednej strany, aby bol servisný zákrok čo najefektívnejší
- Riadiaca skriňa je variabilná na základe požiadaviek užívateľa
- LCD display a zelené Wilo tlačidlo pre jednoduché uvedenie do prevádzky
- Široká škála komunikačných protokolov pre systémy nadriadenej komunikácie

Typový kľúč pre čerpadlá

Príklad: Wilo Siboost Smart 2 Helix V605

Wilo – značka

Siboost – Systems Intelligence Booster

Smart – názov série

2 – počet čerpadiel

Helix – Typ použitého čerpadla

V – Dizajn čerpadla – vertikálny

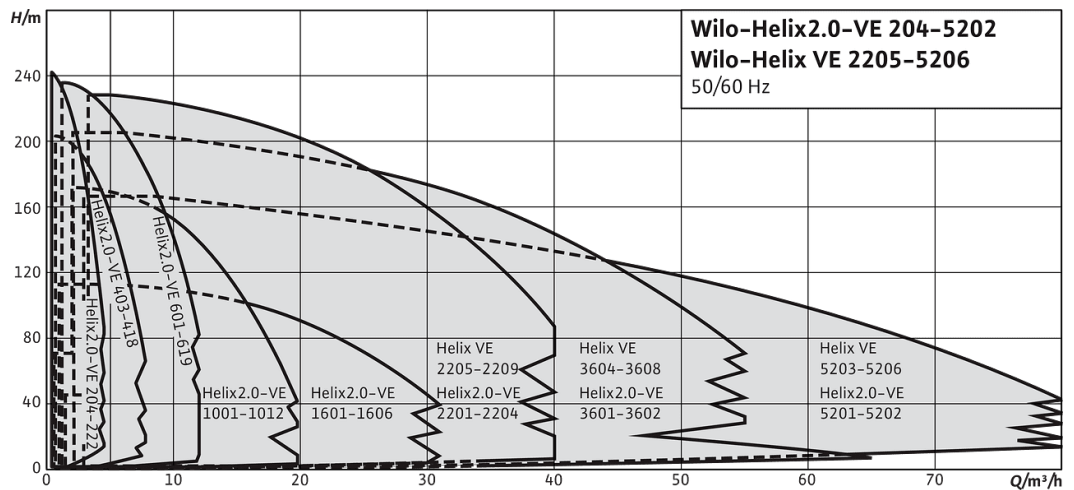
6 – nominálny prietok čerpadlom Q [m³/h]

5 – počet stupňov čerpadla



Produktové portfólio – čerpadlá použité v ATS

IE5



Wilo-Helix2.0 VE

Konštrukčný typ

Vysoko účinné vysokotlakové odstredivé čerpadlo s normálnym saním vo vertikálnom vyhotovení s prípojkami inline s elektronicky regulovaným EC motorom triedy energetickej účinnosti IE5 podľa IEC 60034-30-2.

Použitie

- Zásobovanie vodou a zvyšovanie tlaku
- Priemyselné obehové čerpadlá Procesnej vody
- Uzavreté chladiace okruhy
- Hasiace zariadenia
- Umývacie zariadenia
- Zavlažovanie

Vybavenie/funkcia

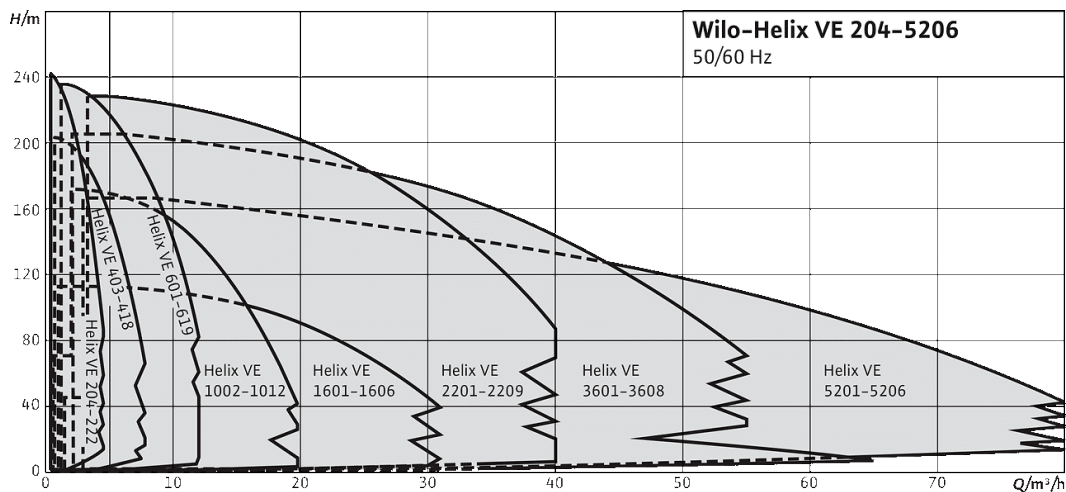
- 2" farebný LCD displej
- Technológia zeleného gombíka Wilo so softvérovým tlačidlom s funkciou Späť na navigáciu v menu a manuálne nastavenie čerpadla
- Zelená LED indikuje stav čerpadla
- Modrá LED indikuje, že čerpadlo je regulované externe cez rozhranie
- Obežné kolesá, vodiace kolesá a stupňovité teleso z materiálu odolného voči korózii

Zvláštne znaky /prednosti produktu

- Wilo-Helix2.0-VE je nová generácia vertikálnych viacstupňových čerpadiel na studeno-vodné aplikácie vo veľkých budovách.
- Integrovaný frekvenčný menič umožňuje v kombinácii s regulačnými funkciami a IE5 EC motorom optimálne prispôbenie najrôznejším tlakovým podmienkam a prietokovým množstvám.
- Výsledkom je vysoká energetická účinnosť tak v uzatvorených, ako aj v otvorených systémoch.
- Hydraulika Helix z ušľachtilej ocele
- Farebný displej s prehľadnou navigáciou v menu a renomovaná „technológia zeleného gombíka“ umožňujú jednoduché uvedenie do prevádzky a ovládanie čerpadla.
- Čerpadlo sa dá cez analógové a digitálne rozhrania ako aj CIF moduly veľmi jednoducho integrovať do automatického riadenia budov.

Produktové portfólio – čerpadlá použité v ATS

IE4



Wilo-Helix VE

Konštrukčný typ

Elektronicky riadené, štandardne nasávacie, viacstupňové vysokotlakové odstredivé čerpadlá vo vertikálnom vyhotovení s inline prípojkami.

Použitie

- Zásobovanie vodou a zvyšovanie tlaku
- Priemyselné obehové čerpadlá procesnej vody
- Uzavreté chladiace okruhy
- Hasiace zariadenia
- Umývacie zariadenia
- Zavlažovanie

Vybavenie/funkcia

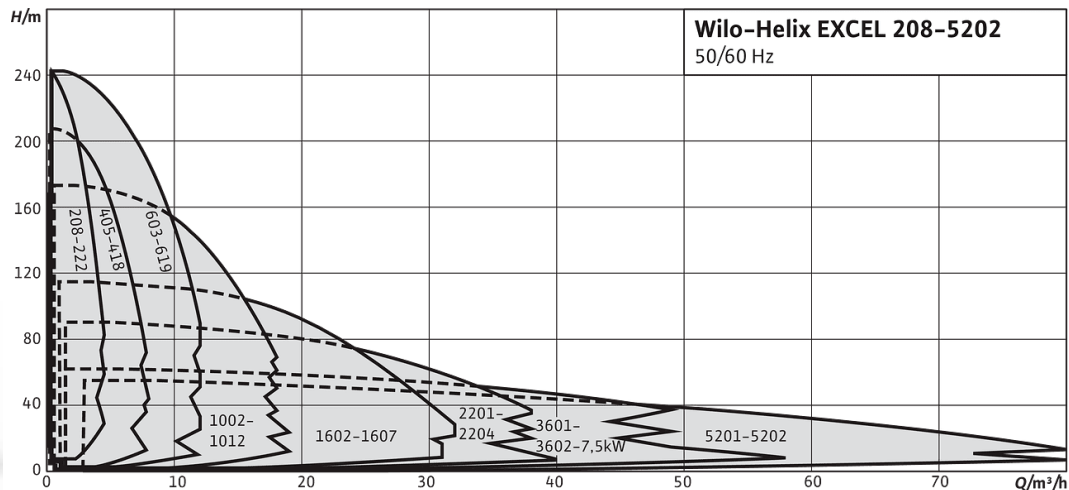
Obežné kolesá, vodiace kolesá a stupňovité teleso z materiálu odolného voči korózii

Zvláštne znaky /prednosti produktu

- Viacstupňové vysokoúčinné čerpadlo z ušľachtilej ocele, s možnosťou nastavenia otáčok, 2D/3D hydraulikou a normovaným motorom
- Optimalizovaná konštrukcia pre jednoduchú obsluhu, transport a inštaláciu s úchytkami, s nastavením spojenia a otočnými voľnými prírubami
- Jednoduché ovládanie displeja pomocou technológie zeleného gombíka a fulltextové menu
- Zásuvný modul IF pre rýchlu komunikáciu s riadiacim systémom budov
- Rýchla údržba vďaka inovatívnej mechanickej upchávke kartuše a dištančnými vložkami
- Nižšie náklady na životný cyklus vďaka novej konštrukcii Helix

Produktové portfólio – čerpadlá použité v ATS

IE5



Wilo-Helix Excel

Konštrukčný typ

Vysoko efektívne, štandardne nasávacie vysokotlakové odstredivé čerpadlo, celé z ušľachtilej ocele, s EC motorom triedy energetickej účinnosti IE5 vo vertikálnom vyhotovení, so zabudovaným pohonom High Efficiency Drive a prípojkami typu Inline.

Použitie

- Zásobovanie vodou a zvyšovanie tlaku
- Priemyselné obehové čerpadlá procesnej vody
- Uzavreté chladiace okruhy
- Umývacie zariadenia
- Zavlažovanie

Vybavenie/funkcia

Obežné kolesá, vodiace kolesá a stupňovité teleso z materiálu odolného voči korózii

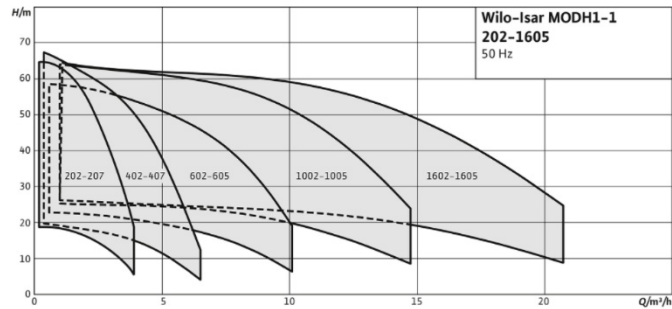
Zvláštne znaky /prednosti produktu

- Vysoko efektívny EC motor triedy energetickej účinnosti IE5 podľa normy IEC 60034-30-2
- Vysoko efektívny EC motor triedy energetickej účinnosti IE5 podľa normy IEC 60034-30-2
- Jednoduché ovládanie vďaka osvedčenej technológii zeleného tlačidla a prehľadnému displeju
- Mechanická upchávka kartuše „X-Seal“ optimálna pre používateľa a demontovateľná spojka (od 5,5kW) pre rýchlú a flexibilnú údržbu
- Flexibilné začlenenie do automatického riadenia budov
- Povolenie pre používanie s pitnou vodou pre čerpadlá s dielmi prichádzajúcimi do kontaktu s médiami vyrobenými z ušľachtilej ocele (verzia EPDM)

Prehľad portfólia horizontálnych staníc na zvýšenie tlaku



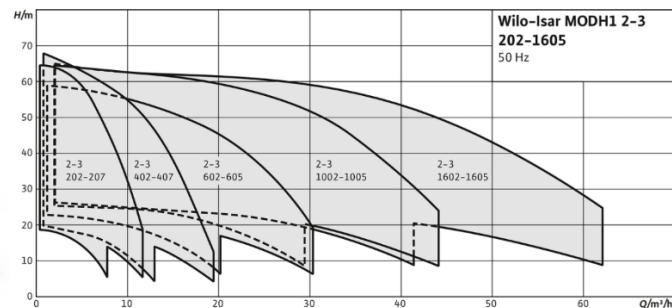
Wilo Isar MODH1-1



- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v **menších komerčných budovách**
- Konštantné otáčky
- Malé priestorové nároky a jednoduchá inštalácia
- **Modulárne osadenie 1 až 3 čerpadiel**
- Ovládanie cez Wilo-Control EC-Booster – riadenie od tlaku
- Voliteľná ochrana proti chodu nasucho



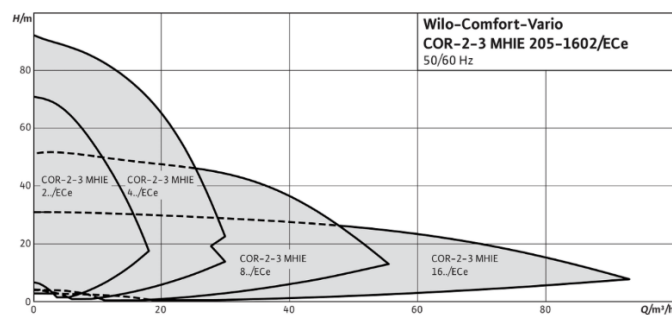
Wilo Isar MODH1 2-3



- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v **menších komerčných budovách**
- Konštantné otáčky
- Malé priestorové nároky a jednoduchá inštalácia
- **Paralelné zapojenie 2 až 3 čerpadiel**
- Ovládanie cez Wilo-Control EC-Booster – riadenie od tlaku
- Voliteľná ochrana proti chodu nasucho



Wilo Comfort-Vario COR-2-3 MHIE



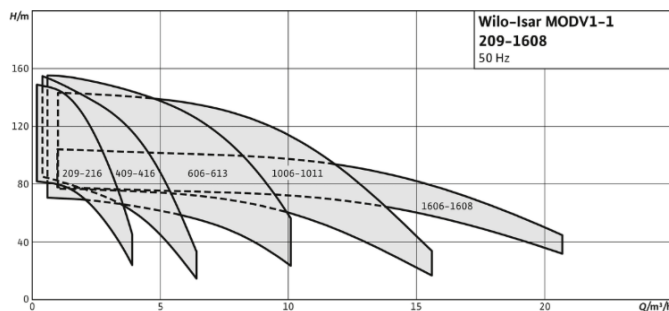
- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v **komerčných budovách**
- Plynulá regulácia vďaka integrovanému frekvenčnému meniču
- Detekcia chodu na sucho a tepelná ochrana motora pomocou PTC
- **Paralelné zapojenie 2 až 3 čerpadiel**
- Ovládanie cez Wilo-Control ECe-Booster
- SSM/SBM signál
- Externá on/off funkcia
- Ochrana pred nízkou hladinou-kontakt



Prehľad portfólia vertikálnych staníc na zvýšenie tlaku



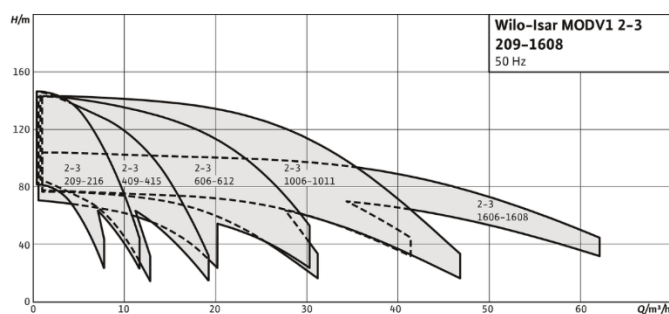
Wilo Isar MODV1-1



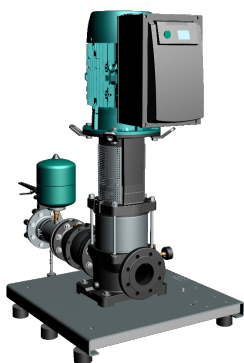
- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v rezidenčných a komerčných budovách
- Konštantné otáčky
- Voliteľná ochrana proti chodu na sucho
- Malé priestorové nároky a jednoduchá inštalácia
- **Modulárne osadenie 1 až 3 čerpadiel**
- Ovládanie cez Wilo – Control – EC-Booster – riadenie od tlaku



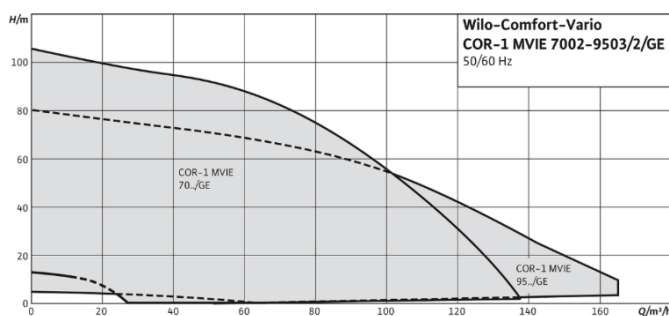
Wilo Isar MODV1-2/3



- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v komerčných budovách
- Konštantné otáčky
- Malé priestorové nároky a jednoduchá inštalácia
- **Paralelné zapojenie 2 až 3 čerpadiel**
- Ovládanie cez Wilo-Control EC-Booster – riadenie od tlaku
- Voliteľná ochrana proti chodu nasucho



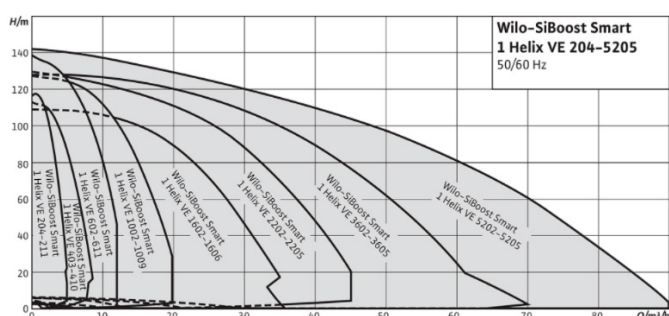
Wilo Comfort-Vario COR-1 MVIE



- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v komerčných budovách
- Plynulá regulácia vďaka integrovanému frekvenčnému meniču
- Detekcia chodu na sucho a tepelná ochrana motora pomocou PTC
- Ovládanie cez Wilo-Control ECe-Booster
- SSM/SBM signál
- Externá on/off funkcia
- Ochrana pred nízkou hladinou-kontakt



Wilo Sibboost Smart 1 Helix VE

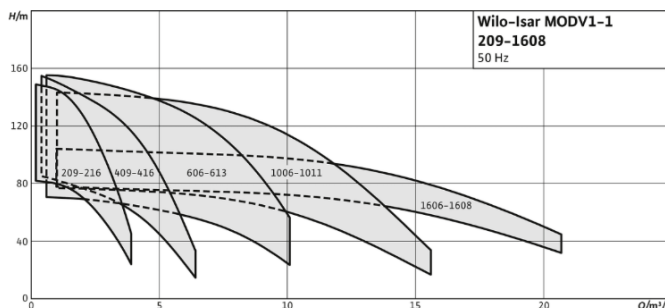
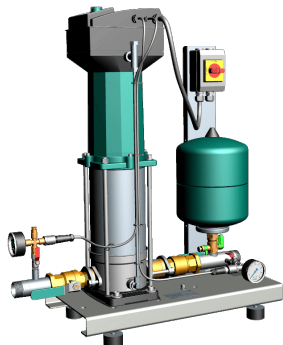


- Plne automatizované zásobovanie pitnou vodou a zvyšovanie tlaku v komerčných, priemyselných a komunálnych použitiach
- Plynulá regulácia vďaka integrovanému frekvenčnému meniču
- Tepelná ochrana motora pomocou PTC
- Ochrana proti chodu na sucho
- Vysoko efektívna hydraulika čerpadla
- **Modulárne osadenie 1 až 4 čerpadiel**
- Ovládanie cez Smart Controller – SC

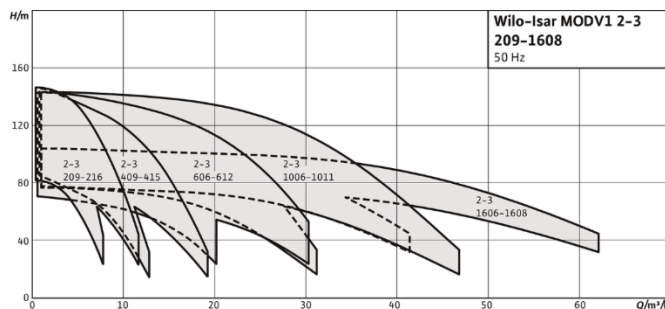


Prehľad portfólia mokrobežných staníc na zvýšenie tlaku

Wilo Sibost Smart 1 MVICE



Wilo Sibost Smart 2-4 MVICE



Prehľad portfólia mokrobežných staníc na zvýšenie tlaku

- Optimálne nastavenie zaťaženia čerpadiel **na základe meniaceho sa druhu tlaku (pv)** a paralelná **regulácia synchronného počtu otáčok** pre väčšie šetrenie energie
- **Až o 20 dB[A] tichšia prevádzka** ako u konvenčných zariadení s porovnateľným hydraulickým výkonom
- Neobyčajne **veľké regulačné rozpätie** frekvenčného meniča od 20 Hz až do max. 50 Hz
- **Bezúdržbová konštrukcia čerpadla bez mechanických upchávok**
- Vysoká spoľahlivosť vďaka rozličným ochranným funkciám vrátane ochrany proti preťaženiu, proti chodu nasucho a automatické vypínanie
- **Nastavenie a prevádzka sú** so spínacím zariadením SCe vďaka LC displeju a zelenému gombíku **extrémne jednoduché**
- Povolenie na použitie v oblasti zásobovania pitnou vodou pre všetky konštrukčné diely prichádzajúce do styku s médium
- Pripravené na začlenenie do automatického riadenia budov so spínacím zariadením SCe prostredníctvom sériovej zbernice Modbus RTU (LON-Bus, BACnet MSTP, BACnet IP)



wilo

Spoločnosť WILO CS spracovala všetky texty v tejto príručke s maximálnou starostlivosťou. Napriek tomu však nemožno vylúčiť chyby. Vydavateľ za ne z akéhokoľvek právneho dôvodu neručí.

Pioneering for You

WILO CS, s.r.o.
Obchodní 125
Čestlice 25101
T +420 234 098 711
E info.cz@wilo.com
www.wilo.cz

WILO CS, s.r.o. organizačná zložka
Business center Tuhovská
Tuhovská 29
831 06 Bratislava
T +421 2 33 01 45 110
E info@wilo.com
www.wilo.sk