

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ



VYHODNOCENÍ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE
RECIRKULAČNÍCH ČERPADEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
VOJTĚCH TLUČEK

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.

V Praze, 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Tluček	Jméno: Vojtěch	Osobní číslo: 469557
Zadávací katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vyhodnocení spotřeby elektrické energie recirkulačních čerpadel	
Název bakalářské práce anglicky: Evaluation of energy consumption of recirculation pumps	
Pokyny pro vypracování: 1. Rešerše literatury 2. Popis problému 3. Vyhodnocení a diskuze 4. Závěry	
Seznam doporučené literatury: 1. Pumping Station Design - Robert L. Sanks 2. Pump Handbook - Grundfos	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph. D.	
Datum zadání bakalářské práce: 5.2.2020	Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
77.02.2020 Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne _____

Vojtěch Tluček

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat lidem, kteří mi v průběhu mé práce poskytovali potřebné informace. Zvláštní poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Bohumilovi Šťastnému, Ph.D. za konzultace a odborné rady. Poděkování patří i mé rodině za morální podporu.

OBSAH

Poděkování	4
Obsah.....	5
Abstract	7
Klíčová slova	7
Abstract	7
Keywords.....	7
Úvod	8
1. Recirkulační systém bazénu	9
1.1. Schéma recirkulačního systému.....	9
1.2. Akumulační nádrž	9
1.3. Lapače vlasů a mechanických nečistot	10
1.4. Filtrace	11
1.5. Ohřev.....	12
1.6. Zabezpečení kvality bazénové vody	13
2. Čerpadla.....	15
2.1. Druhy čerpadel	15
2.2. Vlastnosti čerpadel	17
2.2.1. Obecné parametry čerpadel	17
2.2.2. Charakteristika čerpadel	19
2.2.3. Rozložení tlaků v oběhovém čerpadle.....	20
2.2.4. Charakteristika potrubí	20
2.3. Návrh čerpadel	21
3. Možnosti úspory elektrické energie.....	23
3.1. Nahrazení škrcení uzávěrů pomocí kontroly rychlosti.....	23
3.2. Snížení rychlosti na požadované zatížení	26
3.3. Navržení paralelního systému z důvodu rozložení zatížení.....	27
3.4. Nahrazení motoru novým s vyšší účinností	27
3.5. Nahrazení čerpadla novým s vyšší účinností	28
3.6. Použití správných tvarovek a armatur	29
3.7. Správná údržba čerpadel	31
4. Kritická analýza.....	33
5. Praktická část.....	35
5.1. Charakteristika bazénového provozu	35
5.2. Použité přístroje	40

5.2.1.	Třífázový elektroměr MICROMARZ SE1-PM1	40
5.2.2.	Měřicí brána MICROMARZ NT3-AB4.....	41
5.3.	Postup měření.....	41
5.4.	Postup vyhodnocování výsledků.....	42
5.5.	Vyhodnocení měření	45
5.5.1.	Celková spotřeba čerpadel.....	45
5.5.2.	Porovnání hodinových a denních spotřeb čerpadel.....	46
5.5.3.	Hledání praní	51
5.5.4.	Nalezení dní odstávky	53
6.	Závěr a doporučení	55
7.	Seznam použité literatury	57
	Literatura.....	57
	Skripta.....	57
	Internetové zdroje	57
	Ostatní zdroje.....	58
	Zdroje obrázků.....	58
8.	Seznam obrázků.....	60
9.	Seznam tabulek.....	62
10.	Obrazová příloha – stará čerpadla.....	63
11.	Příloha – typový list starého čerpadla.....	64
12.	obrazová příloha – nové čerpadlo	66
13.	Příloha – charakteriska nového čerpadla	67
14.	Příloha – tabulka hodinových spotřeb.....	68

ABSTRACT

Tato bakalářská práce se věnuje úspoře elektrické energie v recirkulačních systémech veřejných bazénů. V teoretické části se nejdříve seznámíme se všemi částmi recirkulačního systému veřejných bazénů, poté se zaměříme na čerpadla, jejich typy a jejich návrh. Dále se práce zabývá sestavením bodů, dle kterých je možné snížit spotřebu elektrické energie recirkulačních čerpadel. Konec teoretické části je věnovaný kritické analýze rozdílu ve vědeckém přístupu k úsporným opatřením spotřeby elektrické energie čerpadel v zahraničí a v České republice. V praktické části jsou porovnány spotřeby elektrické energie dvou teoreticky stejných paralelně zapojených čerpadel. Dále je v praktické části bakalářské práce nalezena frekvence a délka praní filtrů z měření spotřeb elektrické energie jednotlivých čerpadel.

KLÍČOVÁ SLOVA

Recirkulační systém; Čerpadlo; Úspora elektrické energie; Měření; Bazénový provoz; Porovnání spotřeby elektrické energie

ABSTRACT

This bachelor thesis is dealing with savings of electric energy in recirculation systems of public swimming pools. We will get to know all the parts of the recirculation system of public swimming pools, and then we will focus on pumps, their types and suggestion of the right one for a pool. Then is the thesis developing recommendations for reducing the consumption of electric energy in the recirculation pumps. The end of the theoretical part is devoted to critical analysis of scientific approaches to the economical energy savings in the Czech republic and abroad. The practical part compares consumptions of two theoretically identical parallelly connected pumps. Furthermore in the practical part, a frequency of filter washing according to the consumption of electric energy of each pump was found.

KEYWORDS

Recirculation system; Pump; Electric energy saving; Measurement; Public pool; Comparison of electric energy consumption

ÚVOD

Elektromotory recirkulačních čerpadel se nejvíce podílí na spotřebě elektrické energie v bazénových provozech. Je tedy důležité navrhovat taková čerpadla, aby spotřeba elektromotorů byla co nejmenší. V provozech, ve kterých tomu tak není, je potřeba učinit různá opatření pro snížení spotřeby elektrické energie.

Právě tímto problémem se zabývá tato bakalářská práce. V teoretické části se nejdříve zabývám obecně recirkulačním systémem bazénu pro objasnění všech souvislostí. Poté se zabývám vlastnostmi čerpadel a jejich zjednodušeným návrhem. Součástí teoretické části této bakalářské práce je stručný soupis různých úsporných opatření s určitými procentuálními úsporami. Na konci teoretické části je vypracována kritická analýza, která si klade za cíl zhodnotit postoj k již zmíněným úsporným opatřením. Analýza bude provedena na základě rešerše české a zahraniční literatury.

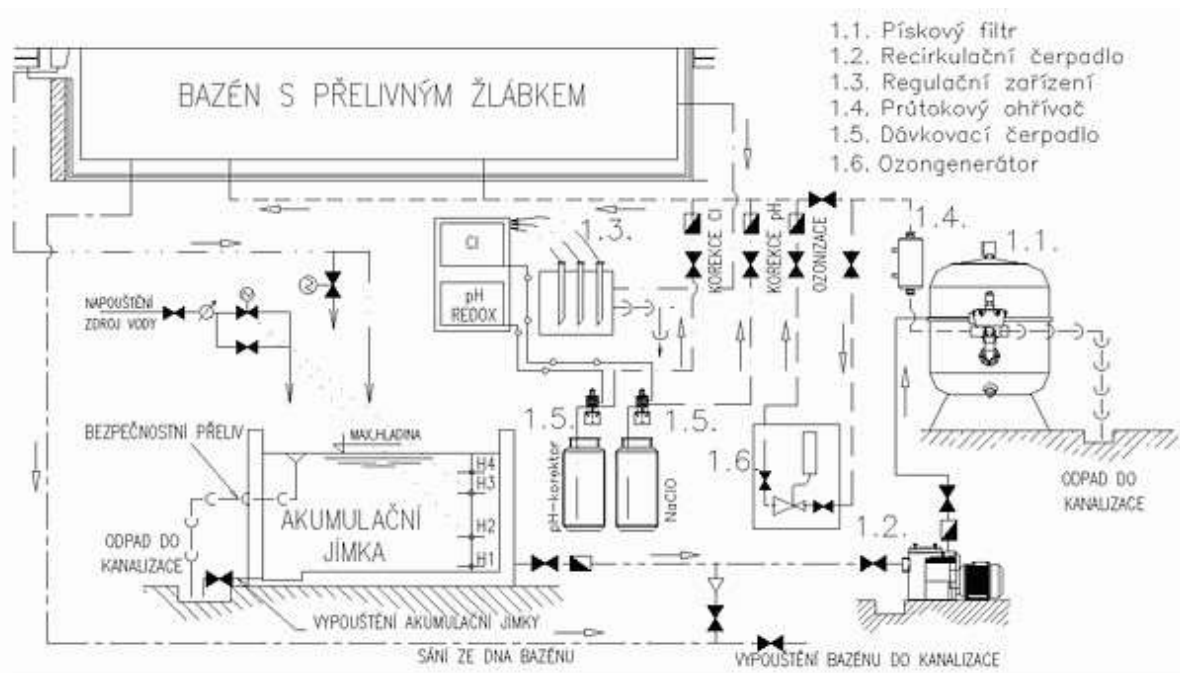
Teoretická část je zpracovávána za pomoci českých skript a české dostupné literatury. Byla provedena rešerše zahraniční literatury zaměřené na úsporu elektrické energie čerpadel a odborných stránek volně dostupných na internetu.

Původním záměrem bakalářské práce bylo zhodnotit rozdíl spotřeb elektrické energie mezi nově nainstalovanými úspornými recirkulačními čerpadly a starými čerpadly, která byla ve vybraném provozu osazena dříve. Z důvodu vypuknutí epidemie nemoci COVID-19 muselo být zadání praktické části upraveno. Výhodou tohoto stavu však bylo, že jsem mohl použít data, která byla změřena na přelomu let 2019 a 2020.

V praktické části se zabývám rozdíly ve spotřebách elektrické energie původních starých čerpadel. Posledním cílem praktické části je nalézt z dat spotřeb elektrické energie časové úseky, ve kterých byly prány filtry, zjistit tak délku a frekvenci praní filtrů a zhodnotit, zda je frekvence praní odpovídající, nebo by bylo lepší tuto frekvenci pro vyšší účinnost filtrů změnit.

1. RECIRKULAČNÍ SYSTÉM BAZÉNU

V této části se seznámíme obecně s recirkulačním systémem bazénu a všemi jeho částmi kromě čerpadel, která budou podrobněji popsána v samostatné kapitole.



Obrázek 1 Schéma recirkulačního systému [22]

1.1. SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU

Recirkulační systém bazénů zahrnuje všechny procesy, kterými voda prochází v bazénovém provozu od jejího přepadu do přelivného žlábků po návrat upravené vody zpět do bazénu. Během tohoto procesu se znečištěná voda z bazénu vyčistí v pískovém filtru, ohřeje, dojde k nadávkování chlóru pro zdravotní zabezpečení a jsou do ní dodána činidla, která upraví její pH. Systém lze rozdělit na dvě části: gravitační a tlakovou. Gravitační část obsahuje odběr vody z bazénu do akumulací jímky. Tlaková část většinou začíná mechanickým předčištěním a pokračuje přes čerpadlo, filtr, ohřev a úpravu vody do bazénu.

1.2. AKUMULAČNÍ NÁDRŽ

Akumulační jímka v sobě snoubí převážně dvě hlavní funkce. Jednou z hlavních funkcí je zajištění možnosti kolísání hladiny v bazénu podle toho, kolik se v něm nachází osob. Druhá hlavní funkce spočívá v akumulaci vody před procesem její úpravy. Dále akumulací nádrž slouží většinou jako místo, do kterého přitéká řídící voda, která je dodávána do systému, aby naředila vodu v něm proudící a nahradila vodu, která musí být dle vyhlášky MZd č. 238/2011 Sb. denně vypuštěna podle počtu návštěvníků. Akumulační jímka je většinou stavěna jako železobetonová, a to jak prefabrikovaná, tak i monolitická. Dále může být akumulací jímka i celokovová, například z nerezové oceli, nebo plastová. Úroveň hladiny vody

v akumulární jímce musí být vždy pod úrovní hladiny vody v bazénu. Jelikož se do akumulární jímky dostává voda znečištěná, usazují se v ní nečistoty. Prostor jímky by měl být tedy pravidelně čištěn a jímka by měla být osazena dnovou výpustí, ke které musí být dno vyspádováno. Jímka musí být osazena bezpečnostním přelivem, musí být dobře přístupná a větratelná a musí být povrchově upravena tak, aby se dala čistit. Přítok a odtok v jímce musí být situován tak, aby v jímce vznikalo co nejméně prostorů, kde voda neproudí, aby neklesala intenzita výměny vody. Do jímky proudí voda třemi různými způsoby, nejvíce z přelivných žlábků, které se nachází u hladiny bazénu, poté potrubím, které přivádí ředící vodu a potrubím, které odvádí vodu ze dna bazénu. [2]

Velikost akumulární jímky se počítá jako součet objemu vytlačeného návštěvníky bazénu, objemu přepadlých vln a objemu, který odpovídá zásobě vody pro praní filtrů. Pokud má nádrž nedostatečnou kapacitu, tak může docházet ke ztrátám vody v důsledku přepadu přes bezpečnostní přepad. Zde je ale důležité zvážit náklady na větší akumulární jímku a porovnat je s náklady, které by tato větší jímka ušetřila. Dále ještě ekonomiku provozu ovlivňuje i hloubka nádrže, kdy v případě, že je jímka uložena hlouběji, musí čerpadlo dopravovat vodu do větší výšky a tím je provoz ekonomicky náročnější. Výhodnější jsou tedy mělčí jímky, které mají bohužel velké nároky na půdorysný prostor. Důležité je tedy vždy zvolit správný kompromis.

1.3. LAPAČE VLASŮ A MECHANICKÝCH NEČISTOT

Lapače vlasů a mechanických nečistot slouží k tomu, aby bránily oběžné kolo čerpadla před vniknutím předmětů, které by mohly mít za následek poškození čerpadla, nebo snížení jeho účinnosti. V dnešní době už jsou převážně dodávány jako součást filtrů. Lapače vlasů chrání filtry převážně před vláknitými předměty, jako vlákny z plavek a vlasy, jak už název vypovídá. Lapače vlasů však brání i větším předmětům, které se dostanou do recirkulačního systému, jako například míčkům, sáčkům, a dokonce i šperkům, aby čerpadlo nepoškodily.

Lapač vlasů musí být navržen tak, aby způsoboval co nejmenší místní ztráty. Ze stejného důvodu musí být lapač vlasů pravidelně čištěn.



Obrázek 2 Lapač vlasů [20]

Na obrázku 2 je možné vidět lapač vlasů předsazený oběhovému čerpadlu.

1.4. FILTRACE

Filtrace je hlavním procesem úpravy bazénové vody. V bazénových provozech se používají dva typy filtrací. Buďto filtrace náplavová, nebo filtrace koagulační. Oba tyto typy mají za cíl snížit zákal vody, chemickou spotřebu kyslíku a zachytávat část mikrobiologického znečištění. [1]

Koagulační filtrace se skládá ze dvou po sobě jedoucích procesů. Nejdříve se do vody přidá koagulant, díky kterému je možné odstranit z vody i koloidní částice, které způsobují zákal. Přidání koagulantu musí být provedeno před filtrem, nejčastěji se přidává před čerpadla do výtlačné části. Koagulant na sebe naváže tyto částice a vytvoří se z nich vločky, které už je filtr schopen zachytit. Jako koagulant se pro úpravu bazénové vody nejčastěji používá síran hlinitý $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Ten se ve vodě zvolna rozkládá na hydroxid hlinitý $\text{Al}(\text{OH})_3$, který je nerozpustný a váže na sebe koloidní částice. Při procesu vzniká kyselina sírová H_2SO_4 , která snižuje pH, s čímž je nutno počítat. Dále je voda přiváděna na filtrační jednotku, ta je nejčastěji tvořena přetlakovou nádobou, ve které se nachází filtrační materiál. Jako filtrační materiál se u veřejných bazénů používá převážně křemičitý písek. Doporučená výška filtračního materiálu u veřejných bazénů je 1000 mm. Ve filtrační vrstvě se nečistoty pomalu zachytávají a na konci je z filtru odebírána vyčištěná voda. Filtrační vrstva se musí pravidelně prát při vyčerpání kalové

kapacity, která lze poznat zvýšením místních ztrát na filtru. Životnost prací vrstvy se pohybuje od 10 do 20 let.

Náplavová filtrace se v našich bazénových provozech běžně nevyskytuje. Je založena na principu nízkotlaké filtrace, kdy se do znečištěné vody přidává filtrační materiál, který je spolu se znečištěnou vodou naplavován na speciální síta, kde se zachycuje filtrační materiál spolu se znečištěním. Tato filtrace má vysokou účinnost, ale je potřeba síta často čistit, a tak je velmi nákladná. U nás se tato filtrace používá v menších zdravotnických provozech s vysokou teplotou vody, kde je zvýšené riziko přemnožení virů a bakterií. [4]



Obrázek 3 Nádoby pískové filtrace [18]

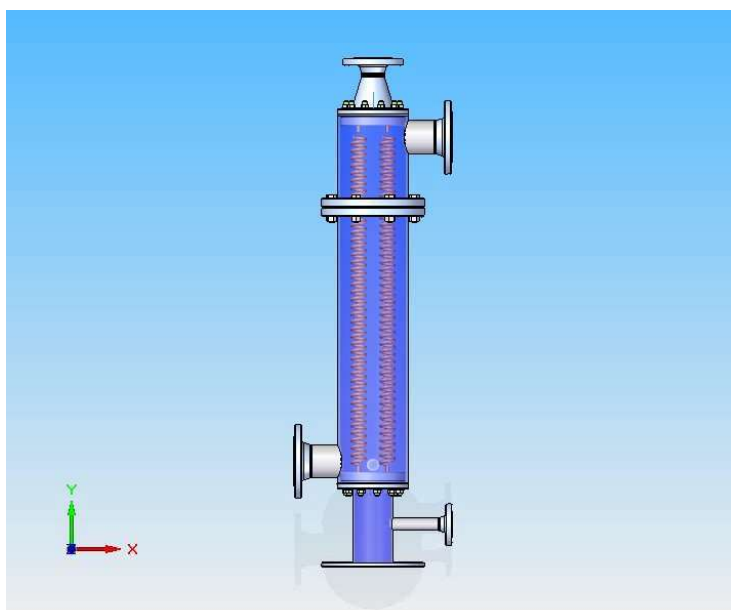
Na obrázku 3 je možné vidět nádoby pískové filtrace, které se nacházejí v městském bazénu v Čelákovících.

1.5. OHŘEV

Ohřev vody v bazénových provozech může fungovat dvěma způsoby. Obvykle je zajištěn pomocí uzavřeného tepelného okruhu, na který je dalším okruhem napojen bazén, nebo jde o přímý ohřev bazénové vody. V prvním případě je voda v sekundárním okruhu, nezávislém na okruhu bazénové vody, ohřívána. Tato voda poté pomocí výměníků ohřívá vodu v bazénovém okruhu bez možnosti kontaminace bazénové vody. [2] Existují dva typy výměníků, a to trubkový, nebo deskový. Deskový výměník se používá u větších provozů z důvodu menších nároků na prostor při zachování stejného výkonu, jako u mohutných trubkových výměníků, zatímco trubkový se používá u menších provozů. [4] Ve druhém případě

je voda ohřívána přímo v bazénovém okruhu, který je realizován převážně pomocí elektrické energie. [2]

Pro ohřev vody se používají kotle na tuhá paliva nebo na plyn. V dnešní době se ale často přistupuje k využití obnovitelných zdrojů energie, kdy se pro ohřev vody využívají například solární kolektory, tepelná čerpadla, tepelná geotermální čerpadla, nebo se využívá odpadní teplo. Přebytečné teplo se využívá například z odpadní vody ze sprch, z vypouštěné vody po praní filtrů, nebo je možné použít odpadní teplo ze vzduchotechniky. [4]



Obrázek 4 Výměník tepla se spirálovitým vinutím z Cu trubek [19]

Na obrázku 4 lze vidět výměník tepla, který je možné používat pro ohřev vody v recirkulačních systémech bazénů.

1.6. ZABEZPEČENÍ KVALITY BAZÉNOVÉ VODY

Kvalita bazénové vody musí být kontinuálně měřena. Tato povinnost vychází z vyhlášky MZd č. 238/2011 Sb. Nejběžnější automatické měřicí systémy vyhodnocují hodnoty volného chloru a celkového chloru, pH vody a Redox potenciál. Z hodnot celkového chloru a volného chloru poté dopočítávají hodnotu vázaného chloru, která je také velmi důležitá. Ostatní chemické parametry jsou měřeny manuálně pomocí speciálních přístrojů. [4]

pH vody je potřeba sledovat z důvodu správného fungování filtrace, dezinfekce a ochrany strojů. Škodí příliš vysoké i příliš nízké pH. Ideální je, když se pH pohybuje mezi 6,8 – 7,4. Tato hodnota nedráždí sliznice a pokožku a koagulace je u ní také možná. K úpravě pH se používá například hydrogenuhličitan sodný pro změnu pH směrem k zásadité oblasti, nebo kyselina chlorovodíková nebo sírová pro posun směrem ke kyselé oblasti. [2]

Bazénová voda musí být po vyčištění hygienicky zabezpečena pomocí dezinfekčního činidla. Dezinfekční činidlo má za cíl zlikvidovat bakterie, viry a oxidovat další nežádoucí látky jako jsou moč, pot, hleny, částičky kůže a podobně. Hygienické zabezpečení se skládá z dvou procesů. Prvním z procesů je samotná likvidace bakterií, virů a oxidace nežádoucích látek. Druhým procesem, který je nutné provést, je vytvoření rezidua dezinfekčního činidla přímo v bazénu. Toto reziduum slouží k usmrcení organismů do vody vnesených. Jako dezinfekční činidla se nejčastěji používají halogenní prvky. V České republice se nejčastěji používá chlor a jeho deriváty, v zahraničí se často používají brom a jod. [2] Pro dezinfekci vody se dnes používají ještě ozon a UV záření. Ozon je velmi silné oxidační činidlo a je pro dezinfekci účinnější než používání chloru. Bohužel je ozon karcinogenní látkou, která nesmí přijít do kontaktu s lidmi v bazénu, nemůžeme tak vytvořit potřebné reziduum. Oxidace ozonem musí probíhat společně s oxidací například chlorem, který vytvoří reziduum v bazénu. Další možností je použití UV záření. Zde nastává znovu stejný problém, kdy není možné vytvořit reziduum, a tak spolu s ní musí být taktéž provozována konvenční oxidace například pomocí chloru. Z výzkumů však vyplynulo, že UV záření snižuje obsah vázaného chloru, který je v bazénové vodě nežádoucí, a tak se UV záření využívá převážně ke snížení koncentrace vázaného chloru v bazénové vodě. [4]



Obrázek 5 Automatické dávkování dezinfekce bazénové vody [23]

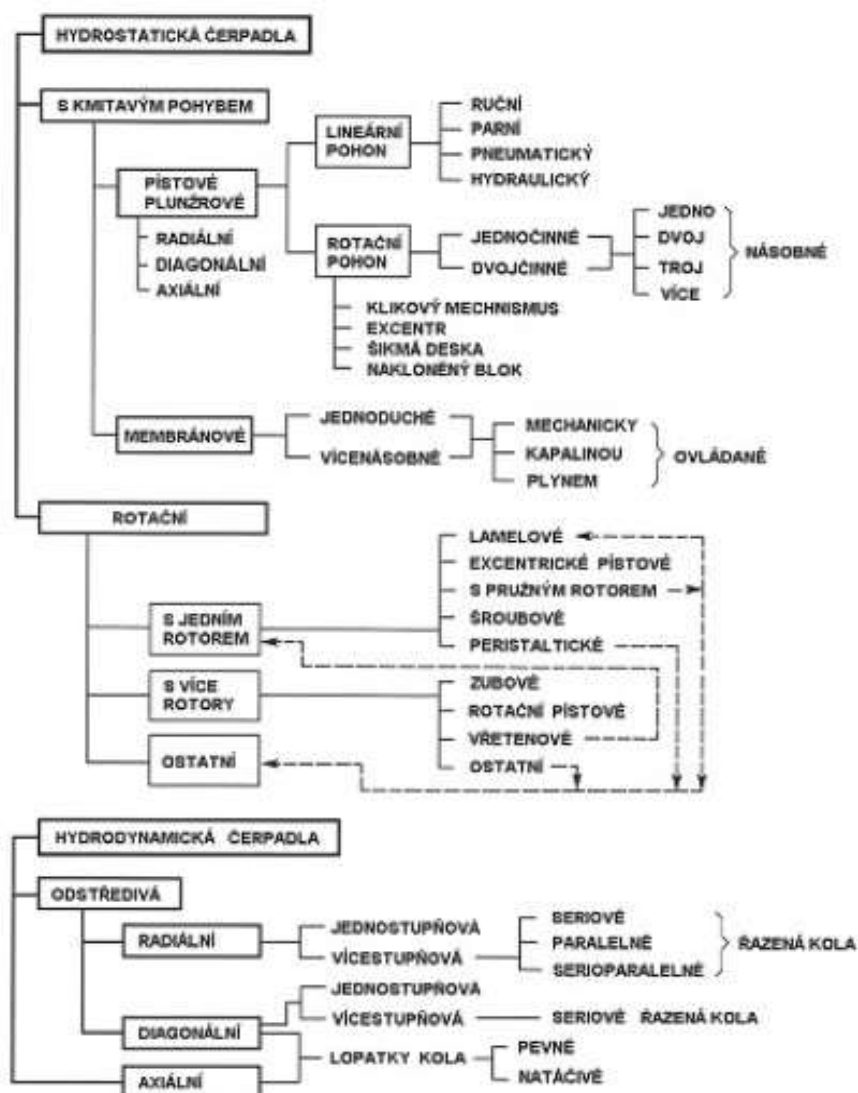
Na obrázku 5 je vidět možná podoba automatické stanice pro dávkování dezinfekce do vody v bazénovém provozu.

2. ČERPADLA

Čerpadla jsou jednou z nejdůležitějších součástí bazénového provozu. V bazénových provozech mají čerpadla mnoho funkcí. Jsou používána například pro přívod vody do různých atrakcí, výměníků tepla a podobně. Speciálním využitím čerpadel jsou čerpadla dávkovací. Jedná se o velmi přesná čerpadla, která se starají o dávkování přesných objemů chemikálií do bazénové vody. Nejdůležitější je však použití čerpadel jako recirkulačních, která zajišťují oběh vody v recirkulačním systému, který je popsán v předchozí kapitole.

2.1. DRUHY ČERPADEL

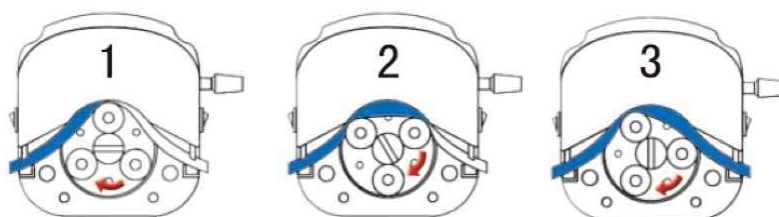
Čerpadla jsou rozdělena do dvou hlavních kategorií: hydrostatická a hydrodynamická. V bazénových provozech se používají převážně čerpadla hydrodynamická; hydrostatická jsou používána jen jako dávkovací.



Obrázek 6 Schéma rozdělení hydrostatických a hydrodynamických čerpadel [5]

Na obrázku 6 je možné vidět základní rozdělení hydrostatických a hydrodynamických čerpadel.

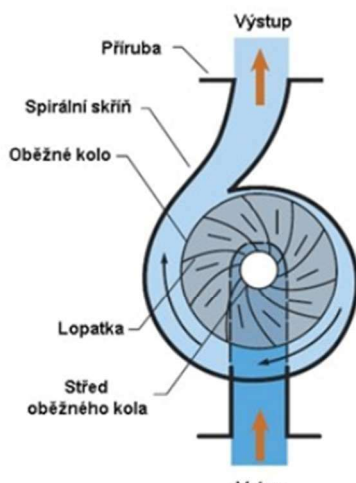
Hydrostatická čerpadla fungují na principu přímého přenosu mechanické energie čerpadla na hydraulickou. V bazénovém provozu lze nalézt peristaltická čerpadla na dávkování chemikálií, která fungují na hydrostatickém principu.



Obrázek 7 Princip peristaltického čerpadla [21]

Na obrázku 7 je možné vidět princip fungování hydrostatického peristaltického čerpadla používaného v bazénovém provozu například pro dávkování chemikálií.

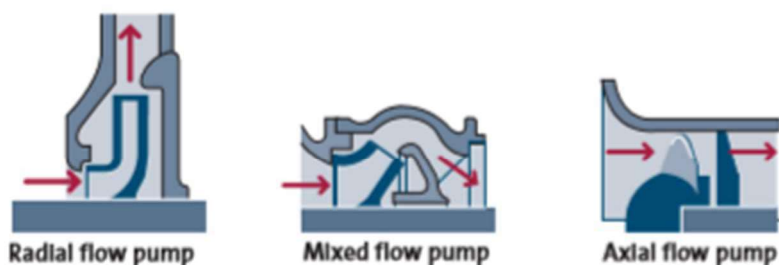
Jako recirkulační čerpadla se používají hydrodynamická čerpadla. Ta fungují na principu nepřímé přeměny mechanické energie motoru čerpadla v kinetickou energii vody pomocí otáčení lopatkového oběžného kola. Voda vstupuje do oběhového čerpadla. Po vstupu do čerpadla je vodě udělen rotační pohyb pomocí oběžného kola s lopatkami, které je přes hřídel poháněno elektromotorem. Vzniká odstředivá síla působící na vodu, která ji nasměruje výtakovým otvorem ven. Ve výtakovém otvoru se již ale nachází voda, tudíž dochází ke zbrzdění vody z čerpadla, díky čemuž ztratí svoji kinetickou energii, která se přemění na energii tlakovou. Tato energie představuje dopravní výšku čerpadla. [13]



Obrázek 8 Princip odstředivého čerpadla [24]

Na obrázku 8 je možné vidět princip fungování hydrodynamického odstředivého čerpadla používaného v bazénových provozech pro zajištění cirkulace vody.

Hydrodynamická čerpadla se dělí na tři podskupiny, a to čerpadla radiální a diagonální, kterým se souhrnně říká čerpadla odstředivá, a čerpadla axiální.



Obrázek 9 Hydrodynamická čerpadla (zleva: radiální, diagonální a axiální) [14]

Na obrázku 9 je možné vidět řezy hydrodynamickými čerpadly.

2.2. VLASTNOSTI ČERPADEL

2.2.1. Obecné parametry čerpadel

Průtok čerpadla (Q [m^3/s]) je objem kapaliny dodané čerpadlem za jednotku času.

Optimální průtok čerpadlem je takový průtok, při kterém má čerpadlo nejvyšší účinnost.

Dopravní výška čerpadla (H_d [m]) je určena rozdílem geodetických výšek hladin nádob, mezi kterými čerpadlo vodu čerpá, ke kterému jsou připočteny ztráty na potrubí, které tyto nádoby spojuje. Někdy je dopravní výška čerpadla nahrazována **specifickou energií** (Y [$\text{J}/\text{kg} = \text{m}^2/\text{s}^2$]).

$$gH_d = gZ + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} = Y \quad (2.1)$$

kde:	Z	celková ztráta [m]
	p	tlak v kapalině [Pa]
	ρ	hustota dopravované kapaliny [kg/m^3]
	g	tíhové zrychlení [m/s^2]
	v	rychlost proudění kapaliny [m/s]
	α	Coriolisovo číslo [-]

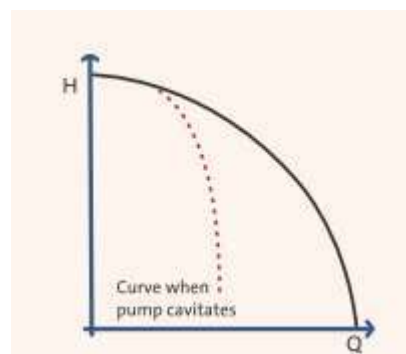
Dalším parametrem čerpadla je **příkon (P [W, kW])**, který definuje energii, která je potřeba pro otočení hřídele čerpadla při určitém průtoku. Příkon je definován **celkovou účinností čerpadla (η [-])** a **užitečným výkonem čerpadla (P_u [W, kW])**.

$$P = \frac{P_u}{\eta} \quad (2.2)$$

Užitečný výkon čerpadla je výkon, který odevzdá čerpadlo kapalině a je dán součinem [6]:

$$P_u = \rho QY \quad (2.3)$$

Posledním velmi důležitým parametrem čerpadla je NPSH (net positiv suction head). V překladu se jedná o nejvyšší dovolenou sací výšku čerpadla, která nezpůsobí kavitaci. Kavítace nastává v případě, že tlak uvnitř čerpadla klesne pod tlak nasycených par čerpané kapaliny. V tu chvíli se totiž kapalina čerpaná čerpadlem začne vařit a odpařovat. Pokud na čerpadle nastane kavítace, zhorší se všechny vlastnosti čerpadla jako účinnost, dopravní výška a průtok. Odpařující se bublinky kapaliny začnou narušovat struktury kolem sebe, tedy v případě čerpadla se jedná hlavně o lopatky oběžného kola. Změna vlastností čerpadla je doložena na vedlejším obrázku Q-H křivky čerpadla, kdy je možné vidět, že pokud se na čerpadle objeví kavítace, tak se zhorší vlastnosti čerpadla. Původní charakteristika bez kavítace je znázorněna plnou černou čarou a stav zhoršený kvůli kavítaci je znázorněn přerušovanou červenou čarou. [14]



Obrázek 10 Změna Q-H křivky čerpadla při kavítaci [14]

$$NPSH_a = NPSH_r + 0,5 \quad (2.4)$$

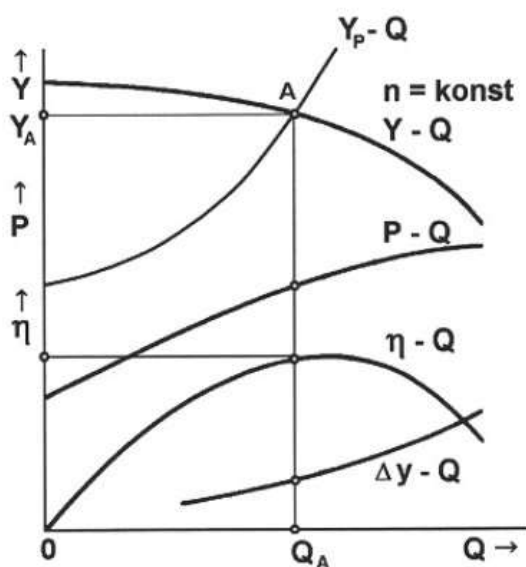
Hodnoty NPSH jsou dvě. Jedna hodnota je $NPSH_r$. Tato hodnota je dodávána výrobcem čerpadel a značí minimální požadovaný vstupní tlak, pro který na čerpadle nenastane kavítace. Hodna $NPSH_r$ se odečítá z charakteristické křivky čerpadla, kdy se hodnota $NPSH_r$ mění v závislosti na průtoku, který čerpadlo čerpá. Druhou hodnotou je $NPSH_a$. Tato hodnota představuje výpočtový tlak, který vychází konkrétně z umístění čerpadla vzhledem k hladině nádrže, ze které je čerpáno, ze ztrát na sacím potrubí, z atmosférického tlaku a z tlaku nasycených par. [14]

$$NPSH_a = H_{atm} - H_{geodet} - H_{np} - H_{zt} \quad (2.5)$$

kde:	H_{atm}	atmosférický tlak [m v. sl.]
	H_{geodet}	sací výška [m v. sl.]
	H_{np}	tlak nasycených vodních par [m v. sl.]
	H_{zt}	ztráty na sacím potrubí [m v. sl.]

2.2.2. Charakteristika čerpadel

Jednou z nejdůležitějších charakteristik čerpadel jsou charakteristické křivky. Vznikají při měření čerpadel ve zkušebním prostředí a měly by být dodány výrobcem. Čerpadla mají čtyři hlavní charakteristiky. První je H-Q křivka, která zobrazuje dopravní výšku čerpadla při určitém průtoku čerpadlem. Další je P-Q křivka, která zobrazuje příkon čerpadla při určitém průtoku. Třetí charakteristikou čerpadla je η -Q křivka, která zobrazuje účinnost čerpadla v závislosti na průtoku čerpadlem. A poslední je křivka NPSH, která omezuje oblast používání, ve které nevznikne kavitace na čerpadle.

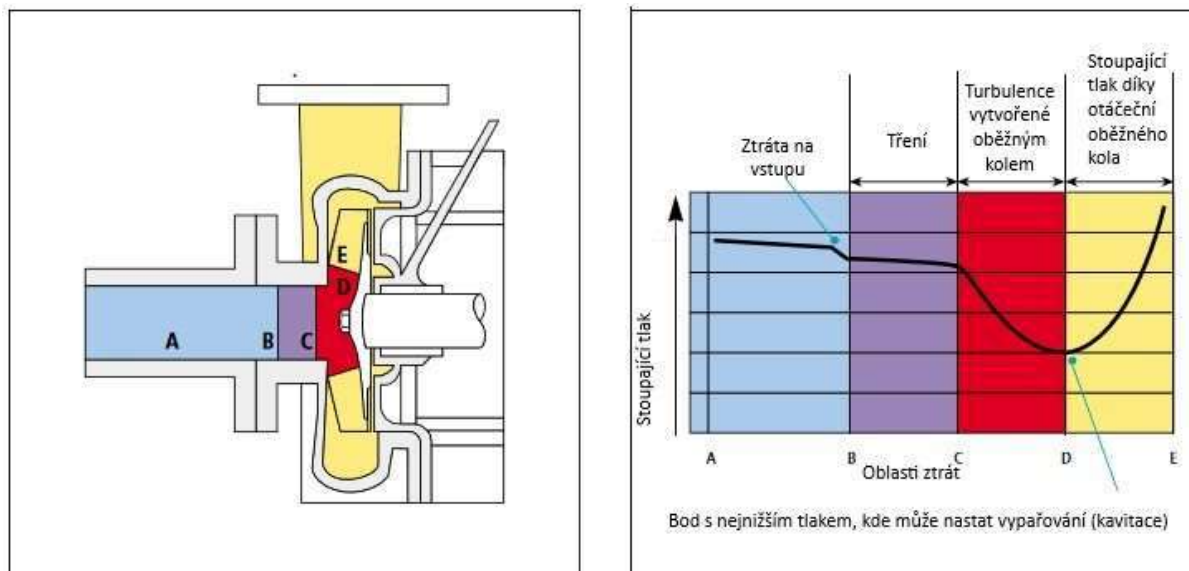


Obrázek 11 Graf charakteristických křivek hydrodynamického čerpadla [5]

V grafu je možné vidět všechny charakteristické křivky hydrodynamického čerpadla s konstantními otáčkami. V grafu je znázorněna i charakteristika potrubí pomocí křivky Y_p -Q. Tato charakteristika potrubí spolu s Y-Q charakteristikou čerpadla vyvábí pracovní bod označený A. Svislou čarou vedoucí od bodu A je poté znázorněno, jak lze z polohy pracovního bodu, respektive ze znalosti průtoku v tomto pracovní bodu z dalších křivek, odečíst

další důležité parametry, jako jsou výkon čerpadla, specifická energie (dopravní výška), účinnost a hodnota $NPSH_r$, která je v grafu označena jako $\Delta y-Q$.

2.2.3. Rozložení tlaků v oběhovém čerpadle



Obrázek 12 Rozložení tlaků v řezu oběhovým čerpadlem [upraveno dle 7]

Na obrázku je možné vidět rozložení tlaků v řezu oběhového čerpadla. Lze pozorovat ztrátu tlaku na vstupu do čerpadla mezi body A a B označenou jako ztráta na vstupu. V oblasti mezi body B a C klesá tlak jen kvůli ztrátám třením. Mezi body C a D dochází k velké ztrátě tlaku kvůli turbulencím vytvořených otáčejícím se oběžným kolem. Bod s nejnižším tlakem na rozhraní oblastí D a E je důležité sledovat. Tlak v tomto bodě nesmí klesnout pod tlak nasycených par, čímž by vznikla kavitace. Proto pokud kavitace na čerpadle vznikne, je jí zasaženo právě místo, které je na tomto obrázku znázorněno jako rozhraní oblastí D a E. Za tímto bodem již dochází k výraznému nárůstu tlaku, který je způsoben pomocí otáčení oběžného kola. [7]

2.2.4. Charakteristika potrubí

Charakteristika potrubí je znázornění závislosti průtoku na tlakových ztrátách v daném potrubí pomocí křivky H-Q. Tato charakteristika začíná při nulovém průtoku hodnotou H, která vyznačuje geodetický rozdíl hladin nádrží, mezi kterými je čerpáno. V recirkulačním systému bazénu se jedná o rozdíl geodetických výšek provozní hladiny akumulární jímky a bazénu. Potřebná dopravní výška vzrůstá s kvadrátem průtoku dle vztahu:

$$H = \chi * Q^2 \quad (2.6)$$

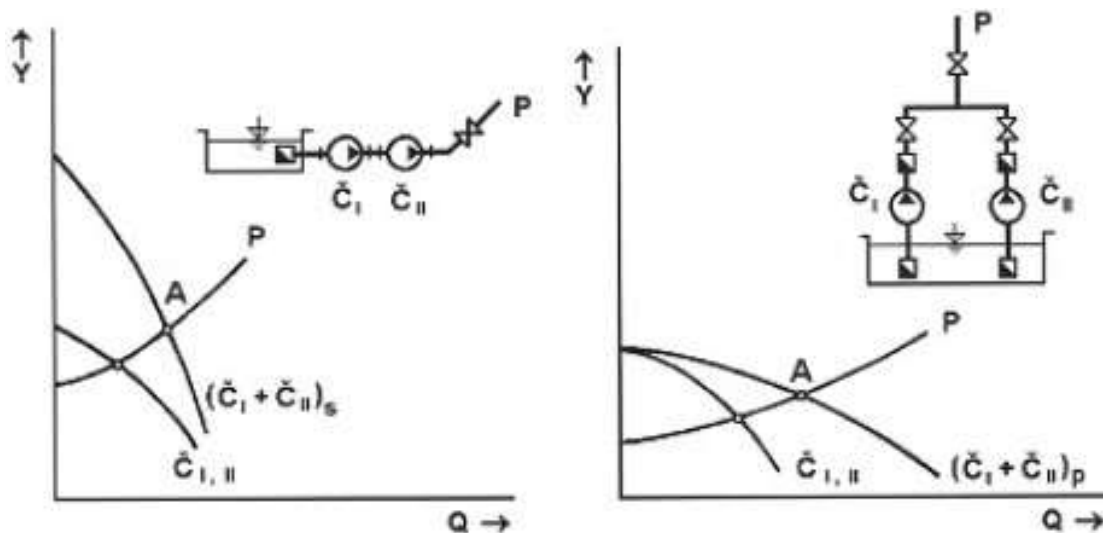
kde:	Q	průtok potrubím [m ³ /s]
	χ	odporový součinitel [-]

2.3. NÁVRH ČERPADEL

Návrh čerpadel je komplexní proces, který zahrnuje návrh umístění čerpadla, a to jak půdorysného umístění, tak hlavně výškového umístění. Je potřeba vypočítat charakteristiku tlakové části potrubí. Dále je třeba navrhnout průtok, který bude čerpadlo převádět, k tomu, aby docházelo k ideální filtraci.

Pokud máme spočítanou charakteristiku tlakové části potrubí a víme, jaký průtok by měl být dosažen v recirkulačním systému bazénu, je třeba vybrat správné čerpadlo. Čerpadlo se navrhuje tak, že se do jednoho H-Q grafu vloží křivka charakteristiky potrubí a postupně se k ní přidávají jednotlivé křivky charakteristik čerpadel tak, že v místě křížení těchto křivek vzniká pracovní bod. Pracovní bod představuje rovnovážný stav, kdy se vyrovnají tlaky v potrubí a tlaky na čerpadle. Tento bod nám tedy ukazuje, jaký průtok bude v systému proudit, pokud do něj zapojíme konkrétní čerpadlo. Úkolem při návrhu čerpadel je najít takové čerpadlo, jehož charakteristika vytvoří s charakteristikou potrubí pracovní bod při průtoku, kterého chceme v systému dosáhnout. Důležité je se dále podívat na další charakteristiky čerpadla a zvolit takové čerpadlo, které nejen že dosáhne požadovaného průtoku, ale také bude při tomto průtoku pracovat s co nejvyšší účinností a s co nejnižší spotřebou elektrické energie. Důležité je, že navržené čerpadlo nesmí překročit maximální sací výšku, aby nevznikla kavitace.

Často se navrhuje více čerpadel v jednom čerpacím systému. Existují dva způsoby zapojení čerpadel. Jedním je sériové zapojení. Pokud jsou čerpadla zapojena sériově, tak se při souběhu čerpadel sčítají dopravní výšky čerpadel, a tak jsou čerpadla schopná při stejném průtoku dopravovat vodu do větší výšky. Druhý způsob, který je u bazénových provozů používán častěji, je zapojení paralelní. V tomto zapojení se při souběhu čerpadel sčítají jejich průtoky. Soustava čerpadel je tak schopná při stejné dopravní výšce dopravovat vyšší průtok.



Obrázek 13 Posun pracovního bodu pomocí sériového (vlevo) a paralelního (vpravo) zapojení čerpadel [5]

Na obrázku 13 je možné vidět jaký efekt má to které zapojení čerpadel na posun pracovního bodu.

Na umístění čerpadla v bazénových provozech je nutno pohlížet z hlediska dispozice a z hlediska výškové polohy k výšce provozní hladiny v akumulární nádrži. Z hlediska dispozice se čerpadlo umísťuje za lapače vlasů, které mohou být i součástí čerpadla, a před filtry. [6] Čerpadla by měla být umístěna na patky do prostoru technické místnosti tak, aby bylo možné se kolem čerpadel pohybovat a aby byla možná jejich oprava nebo výměna. Z hlediska výškového umístění by u bazénových oběhových čerpadel mělo být zajištěné tzv. pasivní sání. Při pasivním sání nedochází k přetržení vodního paprsku kvůli ztrátám v sacím potrubí, které může nastat při aktivním sání. [2] Pasivního sání je docíleno tak, že je čerpadlo naistalováno pod úroveň provozní hladiny v akumulární nádrži.

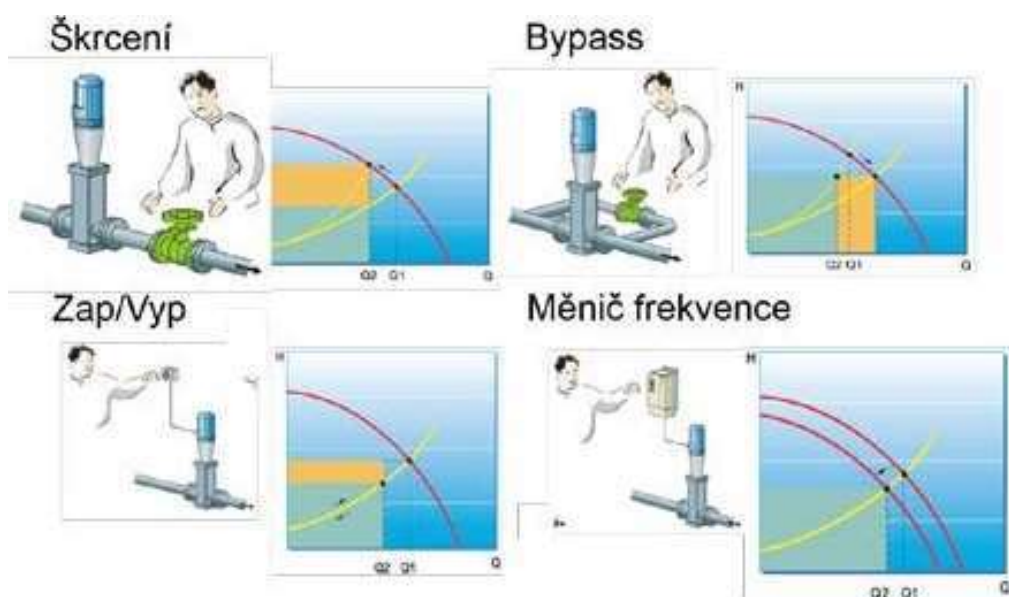
3. MOŽNOSTI ÚSPORY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Oběhová čerpadla jsou jedním z největších odběratelů elektrické energie v bazénových provozech, proto je velmi důležité, aby tuto energii využívala efektivně. Na základě provedené rešerše byly zjištěny různé způsoby úsporných opatření vedoucí ke snížení provozních nákladů. Jedná se o způsoby s různými procentuálními úsporami. K nejvíce používaným patří:

- Nahrazení škrcení uzávěrů pomocí kontroly rychlosti pomocí frekvenčního měniče. (úspora 10-60 %)
- Snížení rychlosti na požadované zatížení. (úspora 5-40 %)
- Navržení paralelního systému z důvodu rozložení zatížení. (úspora 10-30 %)
- Nahrazení motoru novým s vyšší účinností (úspora 1-3 %)
- Nahrazení čerpadla novým s vyšší účinností (úspora 1-2 %)
- Použití správných tvarovek a armatur
- Správná údržba čerpadel (úspora 2-7 %) [8]

3.1. NAHRAZENÍ ŠKRCENÍ UZÁVĚRŮ POMOCÍ KONTROLY RYCHLOSTI

Čerpadla jsou navrhována na takový průtok, který je nutné zajistit v recirkulačním systému, aby i při nejvyšší možné návštěvnosti bazénu bylo dosaženo čistoty vody dle vyhlášky 238/2011 sb. Stará čerpadla však neměla možnost regulace otáček, a tak byla čerpadla schopná čerpat jen tento zbytečně velký navržený průtok. Jedinou možností, jak snížit průtok a tím i část spotřeby elektrické energie bylo pomocí škrtící klapky, která zvýšila místní ztrátu na potrubí, čímž změnila charakteristickou křivku potrubí a přesunula pracovní bod systému.



Obrázek 14 Možné způsoby regulace čerpadel [11]

Na obrázku 14 je možné vidět, jakým způsobem se dá regulovat průtok čerpadla. Červená křivka znázorňuje charakteristiku čerpadla a žlutá křivka charakteristiku potrubí. Žluté obdélníky znázorňují energii, která je spotřebována, ale nevyužita použitím toho kterého způsobu. Jako nejlepší možnost se jeví měnič frekvence, který využije všechnu energii, kterou čerpadlo předá vodě k tomu, aby způsobila požadovaný průtok.

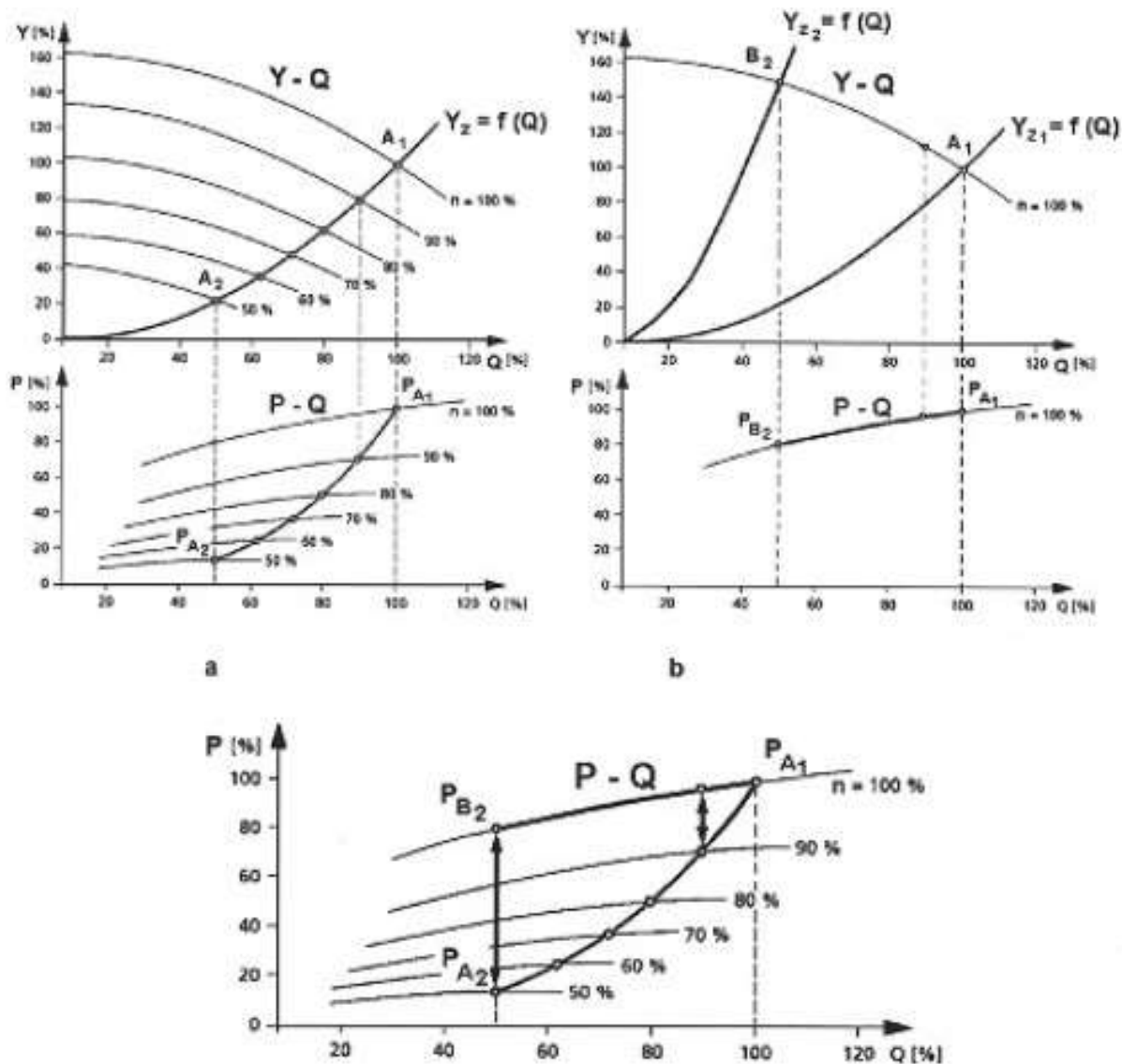
Další výhodou použití čerpadel s motory s frekvenčním měničem je, že pro tato čerpadla platí zákony afinity. Ve zkratce zákony afinity vyjadřují závislost změny průtoku, dopravní výšky a příkonu na změně otáček. Afinita vypadá konkrétně takto:

$$\frac{Q}{Q'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^1 \quad (3.1)$$

$$\frac{H}{H'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2 \quad (3.2)$$

$$\frac{P}{P'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^3 \quad (3.3)$$

Kde Q představuje původní dopravovaný průtok, Q' představuje změněný průtok, H původní dopravní výšku, H' změněnou dopravní výšku, P původní výkon čerpadla, P' změněný výkon čerpadla, n původní otáčky čerpadla a n' změněné otáčky čerpadla. Z těchto vztahů je možné vidět, že při snížení otáček pomocí frekvenčního měniče dojde ke snížení výkonu čerpadla, a tak i ke snížení spotřeby čerpadla se třetí mocninou změny otáček. Tento způsob je tak velmi ekonomický. [5]



Obrázek 15 Porovnání rozdílu úspory elektrické energie pomocí škrcení a změny otáček čerpadla [5]

Na obrázku je možné vidět rozdíl v úspoře elektrické energie, pokud budeme průtok snižovat pomocí změny otáček (levé horní dva grafy), anebo pomocí škrcení (pravé horní dva grafy). V grafech je vidět závislost změny průtoku na změně příkonu. Dolní graf je poté vytvořen spojením grafů s příkonovými charakteristikami jednotlivých metod vytvořený pro porovnání těchto metod. Z dolního grafu můžeme vyčíst, že pokud je změna průtoku, tudíž i změna otáček, nízká, není rozdíl mezi metodami nijak zásadní. Čím je však rozdíl průtoků větší, tím je i rozdíl v požadovaném příkonu větší a tím je metoda snižování průtoku pomocí změny otáček úspornější. Grafy jsou vlastně grafickým znázorněním zákonů afinity popsány výše. [5]

3.2. SNÍŽENÍ RYCHLOSTI NA POŽADOVANÉ ZATÍŽENÍ

Rychlost vody v tlakovém proudění je závislá na průtoku a na průměru potrubí, kterým proudí, podle vztahu 3.4. Ztráty třením jsou závislé na součiniteli ztrát třením, délce potrubí, průměru potrubí, tíhovém zrychlení a rychlosti proudění kapaliny dle vztahu 3.5. [10]

$$v = \frac{Q}{S} \quad (3.4)$$

kde:	Q	průtok [m ³ /s]
	S	průtočná plocha potrubí [m ²]
	v	rychlost v potrubí [m/s]

$$Zt = \lambda \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g} \quad (3.5)$$

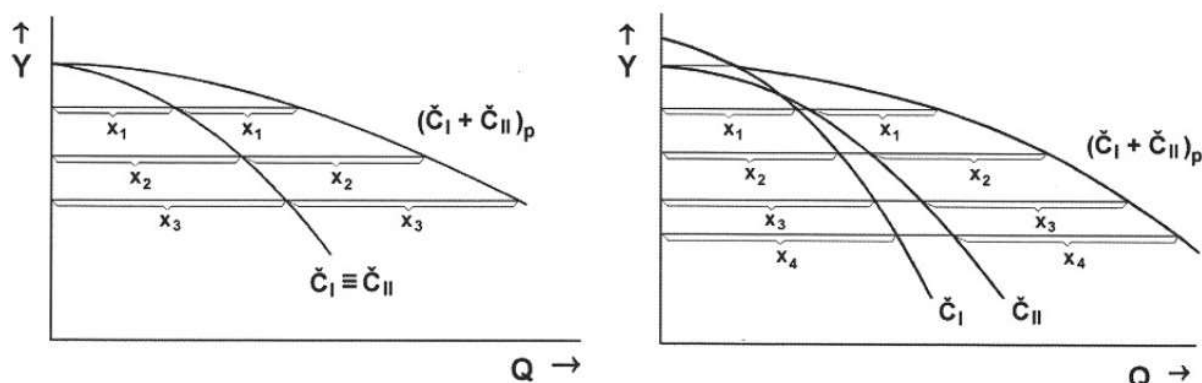
kde:	λ	součinitel ztrát třením [-]
	L	délka potrubí [m]
	D	průměr potrubí [m]
	g	tíhové zrychlení [m/s ²]

$$S = \pi * \frac{D^2}{4} \quad (3.6)$$

Snížení rychlosti je tedy možné docílit pomocí zvětšení průměru potrubí dle vztahů 3.4 a 3.6. Zvýšení průměru potrubí je spojeno s neúměrně vyššími pořizovacími náklady na nákup potrubí. Je proto důležité najít ideální poměr mezi průměrem potrubí a jeho pořizovací cenou. [6] Rychlost v sacím potrubí se většinou navrhuje mezi 0,6 - 0,9 m/s a ve výtlačném potrubí mezi 1 - 1,9 m/s. [1] Pokud jsou rychlosti v potrubí vyšší, je potřeba změnit průměr potrubí tak, aby se snížily na ideální hodnotu a v systému se tak snížily ztráty třením. Tím se změní charakteristická křivka potrubí, posune se pracovní bod a bude potřeba přezkoumat jakým způsobem bude ovlivněna účinnost čerpadla. Pokud bude změněna pozitivně, není potřeba dalších změn, pokud bude však změněna negativně, bude potřeba navrhnout nové čerpadlo, které bude lépe uzpůsobené pro změněnou charakteristiku potrubí s nižšími ztrátami.

3.3. NAVRŽENÍ PARALELNÍHO SYSTÉMU Z DŮVODU ROZLOŽENÍ ZATÍŽENÍ

Tato metoda vychází z předpokladu, že na průtok při maximální hodinové návštěvnosti je navržen systém tak, že tento průtok je vytvořen souběhem několika paralelně zapojených čerpadel. V době, kdy není potřeba souběhu všech čerpadel k vytvoření požadovaného průtoku, je možné některá z čerpadel vypnout. Díky tomu je možné nejen šetřit elektrickou energií, ale i provozní náklady na opravu čerpadel. Čerpadlo, které stojí, nemá žádný příkon, a tak nespotebovává žádnou elektrickou energii, ale také se neopotrebovává. Při správném střídání čerpadel je možné prodloužit jejich životnost, a snížit tím náklady na jejich opravu. Ideální je střídat čerpadla tak, aby byla podobně vytižena a opotřebovávala se tedy stejně rychle. Nevýhodou jsou samozřejmě vyšší pořizovací náklady na nákup většího množství čerpadel. [6] Běžně se pro paralelní zapojení navrhuje stejná oběhová čerpadla se stejnými charakteristikami, je však možné navrhnout paralelní zapojení různých čerpadel. [5]



Obrázek 16 Účinek paralelního zapojení dvou stejných (vlevo) a dvou rozdílných (vpravo) čerpadel [5]

Z grafů na obrázku 16 je možné vidět, jakým způsobem se sestavuje výsledná charakteristika systému dvou paralelně zapojených čerpadel. Díky posunu charakteristické křivky se posouvá i pracovní bod čerpadla, protože charakteristika potrubí zůstává i při změně počtu zapojených čerpadel stejná.

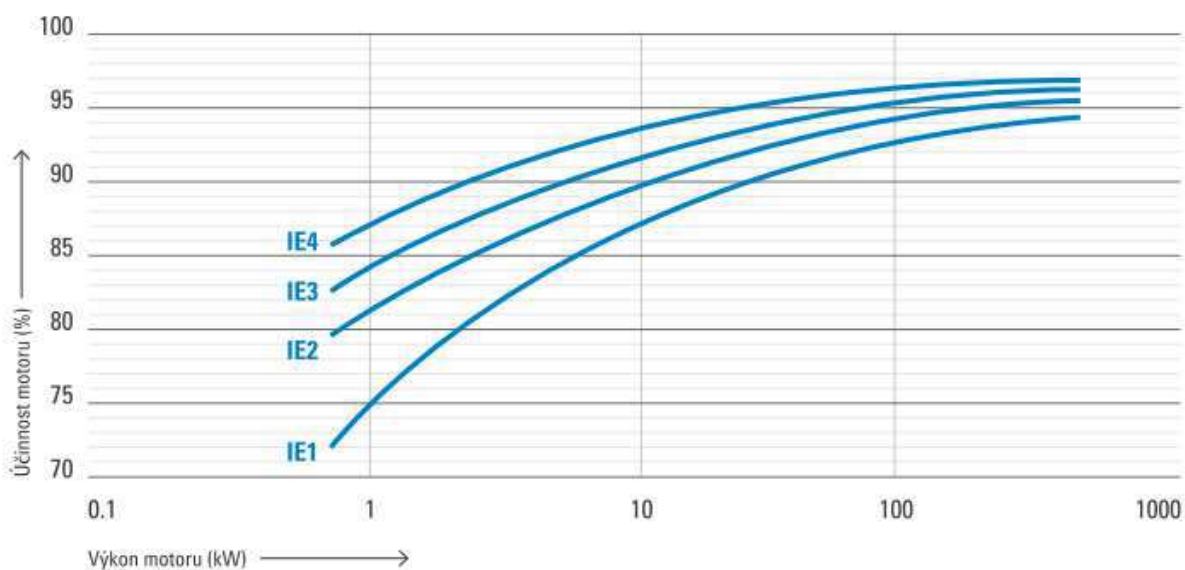
3.4. NAHRAZENÍ MOTORU NOVÝM S VYŠŠÍ ÚČINOSTÍ

Elektromotory mají velký podíl na celkovém odběru elektrické energie na světě. Je tedy v době, kdy se celý svět snaží snížit svoji ekologickou stopu, důležité začít snižovat spotřebu elektromotorů výměnou starých s nízkou účinností za nové motory s vyšší účinností. Na našem území je tento přechod popsán v nařízení Evropské komise (ES) č. 640/2009 ze dne 22. 07. 2009, kde jsou specifikovány účinnostní kategorie elektromotorů a data jejich postupného zavádění do provozu. Jedná se o třídy IE1 (standartní účinnost), IE2 (zvýšená účinnost) a IE3 (vysoká účinnost). V červnu 2014 byla přidána oficiálně ještě čtvrtá třída IE4

(velmi vysoká účinnost). V tomto nařízení byla zvolena i data, od kterých nesmějí být prodávány motory určitých úrovní účinnosti a to následujícím způsobem:

- Od 16. 06. 2011 nesměly být prodávány motory méně účinné než třída IE2
- Od 01. 01. 2015 nesměly být prodávány motory o jmenovitém výkonu 7,5 až 375 kW méně účinné než třída IE3, nebo musely splňovat účinnost IE2 a být vybaveny frekvenčním měničem
- Od 01. 01. 2017 nesměly být prodávány motory o jmenovitém výkonu 0,75 až 375 kW méně účinné než třída IE3, nebo musely splňovat účinnost IE2 a být vybaveny frekvenčním měničem [9]

Díky těmto podmínkám by již při každé rekonstrukci měly být použity motory s vyšší účinností. Ideální je však používat, při návrhu nových čerpadel, čerpadla s co nejúčinnějšími motory, protože rozdíl v účinnosti je poměrně velký a je možné ušetřit velké množství elektrické energie, což činí návratnost investice velmi krátkou.



Obrázek 17 Graf zobrazující rozdíly v účinnosti jednotlivých účinnostních tříd motorů [9]

Na obrázku 17 je možné vidět závislost účinností elektromotorů na jmenovitém výkonu těchto motorů. U bazénových čerpadel, jejichž výkon nebývá vysoký, je možné vidět, že je rozdíl účinností velmi výrazný.

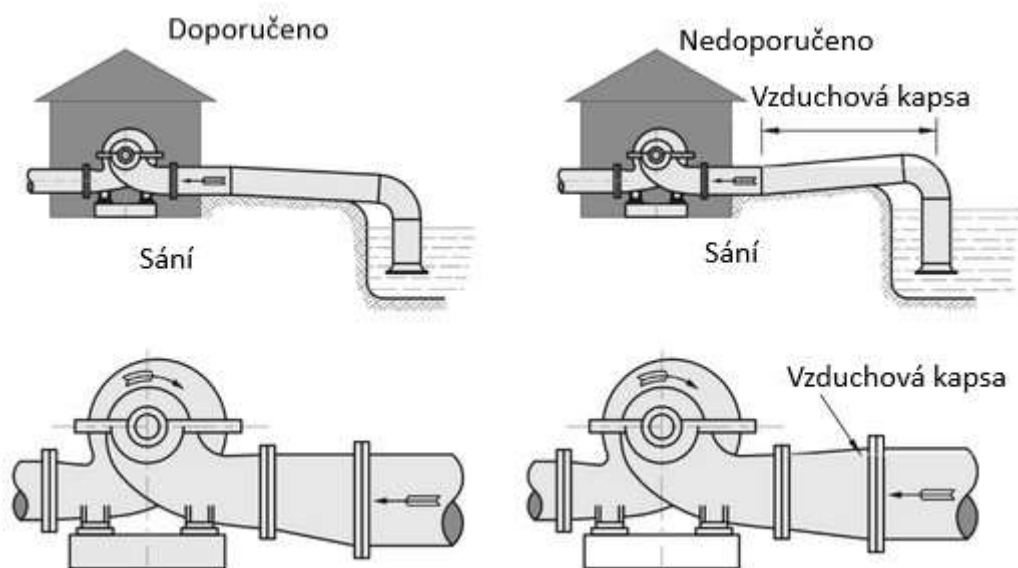
3.5. NAHRAZENÍ ČERPADLA NOVÝM S VYŠŠÍ ÚČINNOSTÍ

Čerpadla během své životnosti postupně degradují, i když je o ně dobře pečováno. Degradace může dosáhnout až takového stupně, že čerpadlo bude již velmi neúčinné a bude vykazovat energetické ztráty i v řádech desítek procent. Pokud je zjištěna velká míra degradace,

je záhodno staré čerpadlo vyměnit za nové. Postupem času se mění i technologie výroby čerpadel, a tím je možné vytvářet přesnější součástky čerpadel z kvalitnějších materiálů, čímž se zvyšuje účinnost těchto nových čerpadel. Výměna starého opotřebovaného čerpadla za nové s vyšší účinností může mít za následek výrazné snížení provozních nákladů na elektrickou energii, díky čemuž je možná krátká návratnost této investice. [8]

3.6. POUŽITÍ SPRÁVNÝCH TVAROVEK A ARMATUR

Velmi zajímavým způsobem, který vede ke snížení spotřeby elektrické energie je použití správných tvarovek a armatur na výtlačném a sacím potrubí. Důležité je na potrubí používat co nejmenší množství armatur a tvarovek z toho důvodu, že každá tato součást tvoří určitou místní ztrátu na potrubí. Čím vyšší jsou ztráty, tím silnější a méně úsporné čerpadlo je potřeba pro provoz systému při určeném průtoku. Místní ztráty jsou tvořeny vzduchovými nebo parními kapsami, které zpomalují průtok vody kolem těchto kapes, a tak vytváří tlakovou ztrátu. Všechny tvarovky a armatury by měly být navrženy tak, aby tyto vzduchové kapsy vznikaly v co nejmenší míře, nebo nejlépe vůbec. [3]

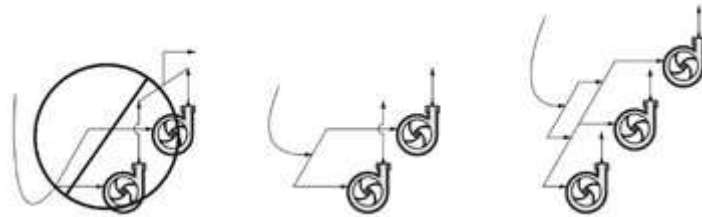


Obrázek 18 Znázornění správných (vlevo) a špatných (vpravo) zapojení čerpadel [upraveno dle 3]

Na obrázku je možné vidět správné a špatné zapojení sacího potrubí čerpadel. Z horních dvou obrázků vyplývá, že sací potrubí musí být celé zavodněné a u stoupajícího sacího potrubí musí potrubí celou dobu stoupat a nesmí nikdy klesnout. Pokud poklesne, je umožněn vznik vzduchové kapsy, která má za následek zvýšení ztrát a špatné fungování systému. Na spodních obrázcích je znázorněno použití špatné tvarovky pro zúžení sacího potrubí. Zúžení nesmí být souměrné, protože by se při horní hraně potrubí mohla tvořit vzduchová kapsa. Pro zúžení sacího potrubí je nutné používat tvarovky, které se zužují

nesouměrně jen odspodu tak, jak je zobrazeno na levém dolním obrázku. Následné zvětšení průměru za čerpadlem je již možné provést pomocí souměrně se rozšiřující tvarovky.

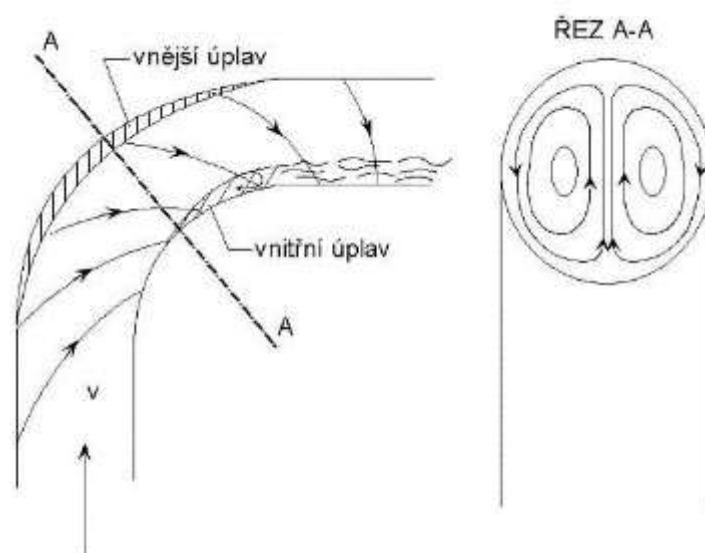
Pokud je paralelně zapojeno více čerpadel, je lepší, pokud každé má čerpadlo své oddělené sací potrubí. Pokud to však není možné a čerpadla musejí sdílet jedno sací potrubí, je potřeba sací potrubí navrhnout tak, aby ztráty, které vznikají na sacím potrubí všech čerpadel byly co nejpodobnější. Toho lze docílit správným rozdělení do dvou stejně dlouhých větví. [3]



Obrázek 19 Nesprávné (vlevo) a správné (uprostřed a vpravo) zapojení paralelních čerpadel [3]

Na obrázku lze vidět nesprávné a správné zapojení paralelních čerpadel do systému, kdy je důležité sací potrubí k čerpadlům připojit tak, aby byly tlakové ztráty na potrubí vedoucím k jednotlivým čerpadlům co nejpodobnější.

V tlakovém systému je pak důležité používat co nejméně 90° kolen. Kdekoliv je to možné je lepší je nahradit koleny 45°, které způsobují menší místní ztrátu. Nejlepší je však kolena nahradit oblouky, které mají z odbočných tvarovek nejmenší místní ztráty. [3]



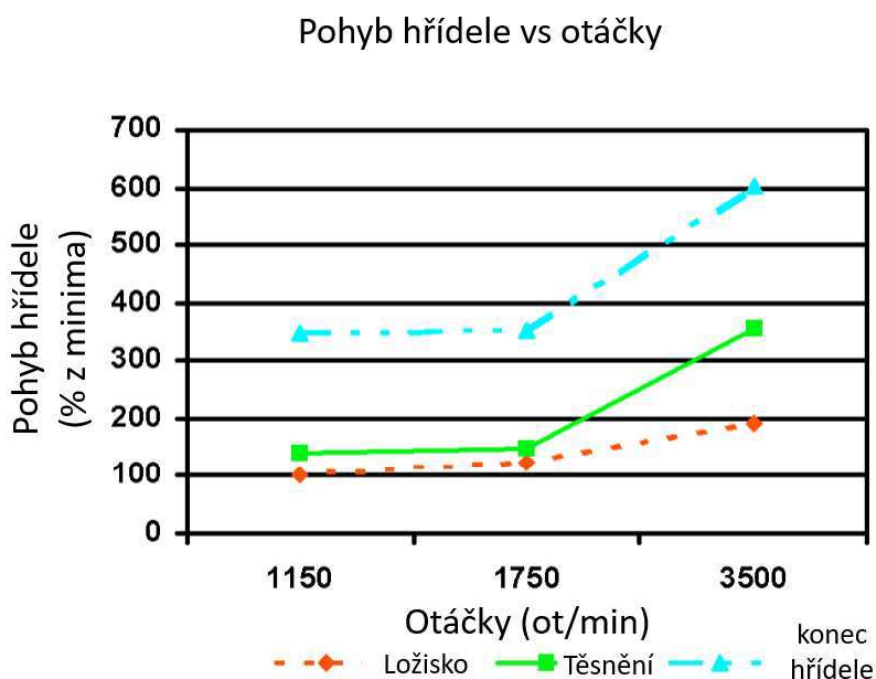
Obrázek 20 Znárodnění místní ztráty v 90° oblouku. [10]

Z obrázku je možné vyčíst jakým způsobem se chová voda v 90° oblouku, kdy lze vidět dva úplavy (vnější a vnitřní), které zmenšují průtočný profil obloukem a zpomalují vodu,

díky čemuž v místě vzniká místní ztráta. Čím je úhel odbočky menší, tím je i menší místní ztráta. Úplavy jsou tvořeny nevolí vody měnit směr, a tak čím pozvolněji je voda nucena svůj směr měnit, tím menší ztráty vznikají. [10]

3.7. SPRÁVNÁ ÚDRŽBA ČERPADEL

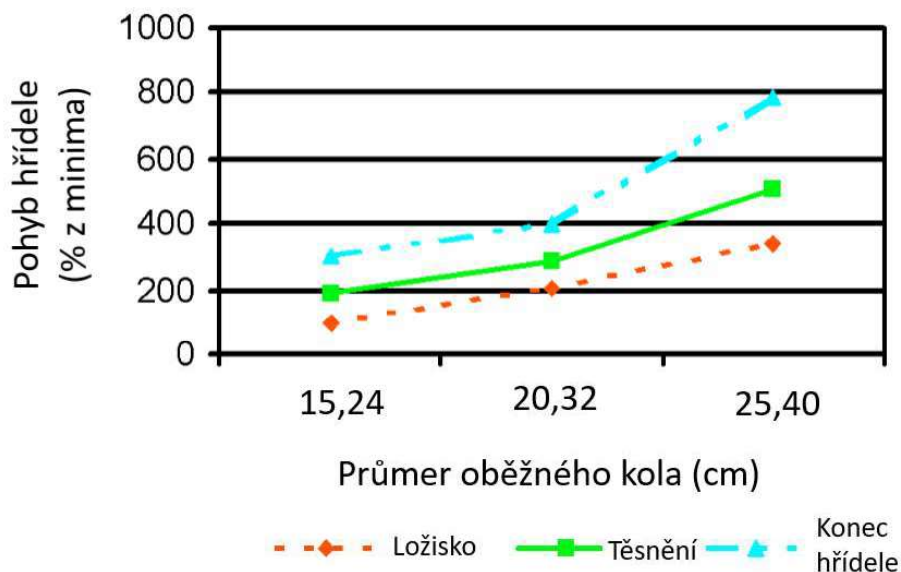
Správná údržba čerpadel má velký vliv na funkci čerpadel. Čím jsou totiž součástky v čerpadle v horším stavu, tím menší je účinnost čerpadla a tím více elektrické energie přijde vniveč. Důležité je sledovat stav lopatek oběžného kola, ložisek, která umožňují otáčení oběžného kola, a stav těsnění čerpadla, které způsobuje až 70 % poruch čerpadla. Důležité pro správnou údržbu čerpadla je monitorování jeho vlastností. Důležité je všimnout si vibrací čerpadla, které mohou být způsobeny buďto povolenými šrouby, kterými je čerpadlo upevněno k základu, nebo opotřebením již dříve jmenovaných vnitřních součástí čerpadla. Dále je důležité sledovat průtok, příkon čerpadel, nebo i jejich teplotu čerpadel. Pokud budou tyto hodnoty sledovány, je možné problémy s čerpadlem zpozorovat a opravit dříve, než se projeví velkým snížením účinnosti čerpadla a tím vyšší spotřebou elektrické energie.



Obrázek 21 Graf závislosti pohybu hřídele na otáčkách [16]

Na obrázku 21 je znázorněna závislost pohybu hřídele na otáčkách čerpadla. Z této závislosti je možné vidět, že pohyb hřídele, neboli vibrace hřídele, je závislý na otáčkách tím způsobem, že čím vyšší jsou otáčky, tím vyšší jsou vibrace hřídele.

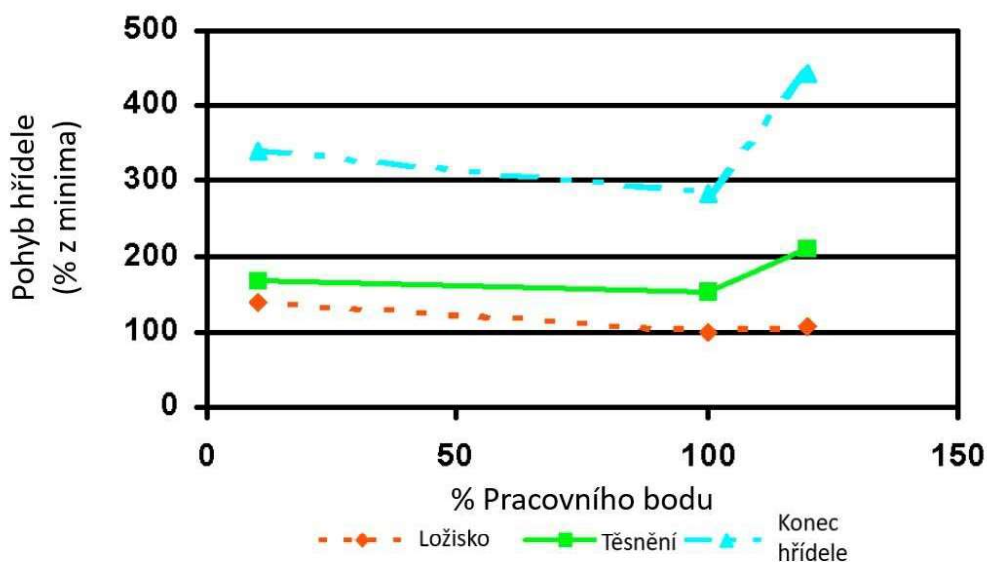
Pohyb hřídele vs průměr oběžného kola



Obrázek 22 Graf závislosti pohybu hřídele na průměru oběžného kola čerpadla [16]

Na obrázku 22 je možné vidět graf závislosti vibrační hřídele na průměru oběžného kola čerpadla. Z grafu je možné vidět, že čím větší je průměr oběžného kola, tím vyšší jsou vibrace hřídele čerpadla.

Pohyb hřídele vs % Pracovního bodu



Obrázek 23 Graf závislosti pohybu hřídele na % pracovního bodu [16]

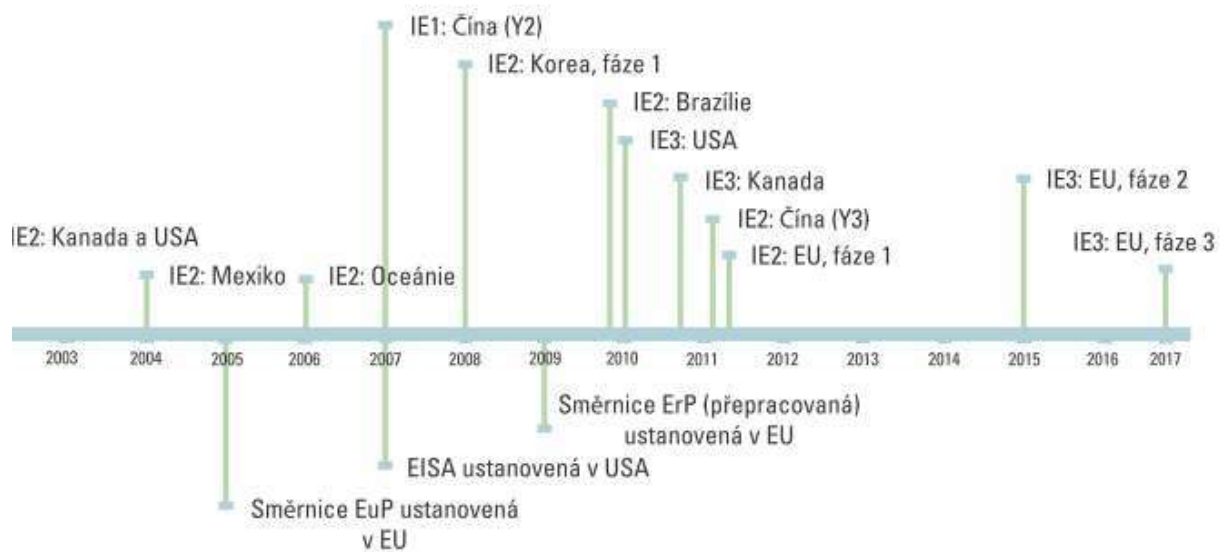
Na obrázku 23 můžeme vidět závislost vibrační hřídele na účinnosti čerpadla. Z grafu lze vyčíst, že pokud se zvýší vibrace hřídele, změní se i účinnost čerpadla a je tak tomuto jevu potřeba věnovat pozornost.

4. KRITICKÁ ANALÝZA

Během rešerše české a zahraniční literatury bylo zjištěno, že úspore elektrické energie na čerpadlech obecně není v české literatuře věnován tak velký prostor jako v literatuře zahraniční. Zásadním rozdílem mezi tím, co bylo nalezeno v české a zahraniční literatuře je uchopení problému snížení spotřeby elektrické energie čerpadly. V zahraniční anglicky psané literatuře pocházející převážně z USA je tento problém řešen komplexně tak, že je možné nalézt přímo body krok po kroku, které mohou vést ke snížení spotřeby elektrické energie čerpadel. Tento problém je v literatuře řešen převážně pro potravinářské a zemědělské provozy, kde se čerpadla používají k přivádění vody pro očištění potravin. Jedná se však o stejná recirkulační čerpadla, která jsou používána v bazénářství, a tak je možné tyto poznatky použít i pro čerpadla používaná v bazénových provozech. Samotné řešení problému, díky kterému je možné zefektivnit provoz čerpadel, je popsáno podrobně v mnoha publikacích a je možné jej lehce nalézt. Toto je nejspíše způsobeno tím, že velké množství čerpadel v USA bylo v době vzniku těchto návodů na snížení spotřeby elektrické energie čerpadel navrženo špatně a jejich spotřeba byla vyšší, než bylo potřeba.

V české literatuře je možné nalézt postupy, jak ten který problém způsobující zbytečné plýtvání elektrickou energií napravit. Některé způsoby jsou dle mého názoru popsány v české literatuře kvalitněji než v zahraniční literatuře, kterou jsem prostudoval. Nikde v české literatuře se však nenachází ucelený soupis kroků, které mohou vést ke snížení spotřeby elektrické energie čerpadel. Jednotlivé kroky je nutné hledat v různých publikacích, kde jsou většinou zařazeny v kapitolách návrhu čerpadel.

Zajímavé je také srovnání, kdy byly v různých zemích zavedeny regulace účinnosti elektromotorů, které jsou součástí čerpadel a které jsou zodpovědné za spotřebu elektrické energie.



Obrázek 24 Časová osa zavádění omezení použití neúsporných elektromotorů [9]

Z časové osy je možné vidět, že státy Severní Ameriky začaly s omezováním málo účinných elektromotorů dříve než například Evropská unie, jejíž jsme součástí. Tento fakt podporuje výsledky rešerše literatury. Je možné vidět, že úsporám elektrické energie se státy Severní Ameriky věnují déle než státy Evropské unie, tudíž je možné najít větší množství literatury popisující toto téma pocházející právě ze Severní Ameriky.

5. PRAKTICKÁ ČÁST

5.1. CHARAKTERISTIKA BAZÉNOVÉHO PROVOZU

Bazénový provoz řešený v praktické části bakalářské práce se nachází v obci ve východních Čechách. Jedná se o moderní akvacentrum, které na jednom místě spojuje krytou část s bazény, wellness, fitness a masážemi a venkovní prostory s dalšími bazény. V obci se nachází ještě jeden velký bazénový provoz, jedná se však jen o venkovní koupaliště bez vnitřních prostor. Nejbližší krytý bazénový provoz se nachází do patnácti kilometrů od mnou řešeného.

Akvacentrum prošlo mezi lety 2010–2012 velkou rekonstrukcí. K původnímu bazénu přibyla Aqua zóna s vodními atrakcemi a wellness centrum. V bazénovém provozu se tak tedy nachází:

- 50 m bazén
- 25 m bazén dostavěný v roce 2019
- wellness zóna se saunami a masážemi
- fitness s kardio i strojovou zónou
- Aqua zóna obsahující:
 - divokou řeku
 - člunový tobogán
 - skluzavku
 - skokanský bazén s lezeckou stěnou
 - dětský výukový bazén
 - vířivky
 - dětské brouzdaliště

Čerpadla, na která je zaměřena praktická část bakalářské práce, jsou součástí recirkulačního systému dětského brouzdaliště. Brouzdaliště je určeno pro děti od jednoho do tří let. Voda v bazénu je ohřívána na teplotu mezi 28–30 °C. Hloubka vody v brouzdališti se pohybuje od 23 do 29 cm a objem brouzdaliště je 8,5 m³.



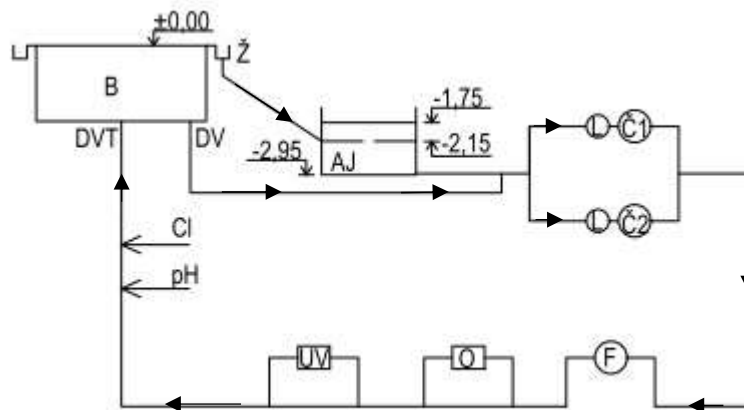
Obrázek 25 Vypuštěné brouzdaliště [15]

Jak je možné vidět na obrázku 25, v době mé návštěvy 04. 05. 2020 bylo brouzdaliště vypuštěno z důvodu uzavření všech bazénových provozů dle nařízení vlády České republiky z důvodu epidemie nemoci COVID – 19. Na fotografii je vidět, že bazén je vybaven atrakcemi pro nejmenší jako jsou vodu stříkající zvířátka (ryba a ježek), skluzavka, domeček na hraní a interaktivní ucpávačka.



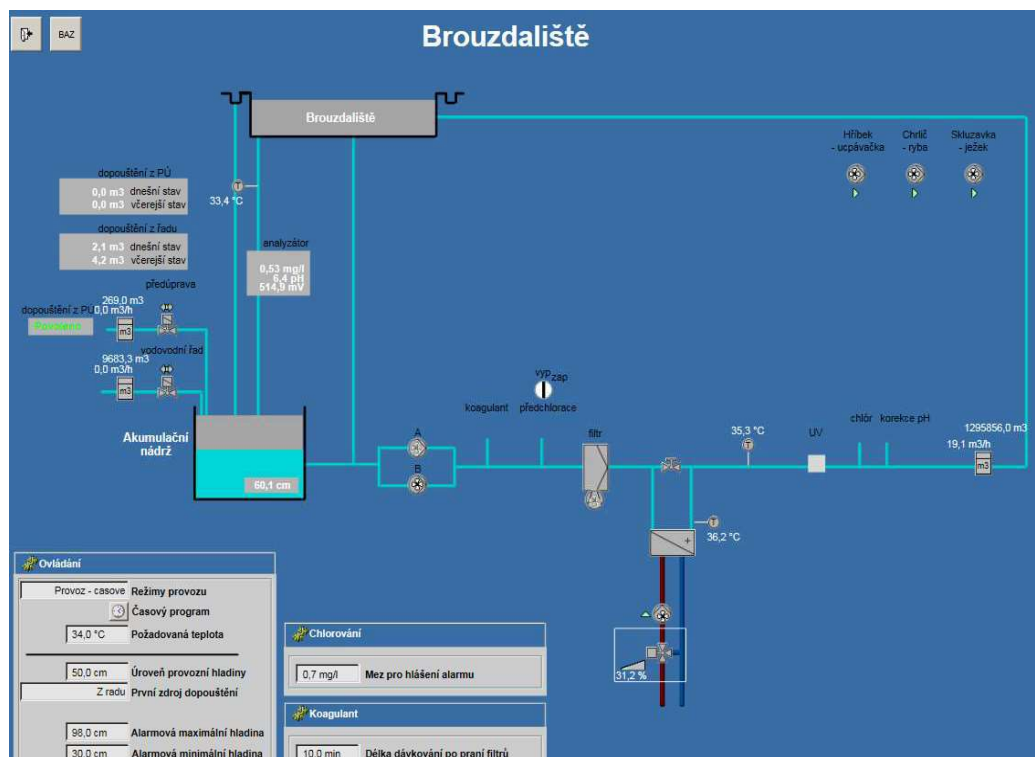
Obrázek 26 Napuštěné brouzdaliště [16]

Na obrázku 26 je možné vidět, jak vypadá brouzdaliště za normálního stavu, kdy je napuštěné a připravené k provozu.



Obrázek 27 Schéma recirkulačního systému brouzdaliště

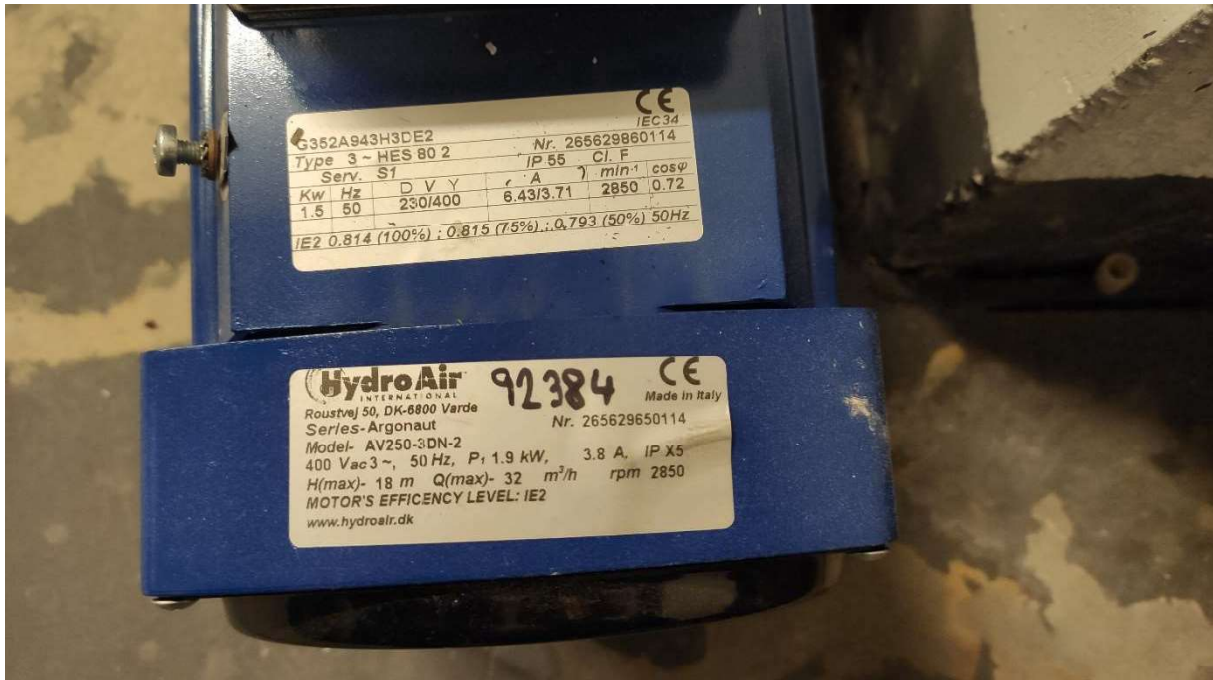
Obrázek 27 znázorňuje schéma recirkulačního systému brouzdaliště, které je řešeno v bakalářské práci. Písmeny jsou označeny jednotlivé části recirkulačního systému. A to jsou samotný bazén (B), přelivný žlábek (Ž), akumulční jímka (AJ), lapače vlasů (L), čerpadla (Č1 a Č2), filtr (F), ohřev části vody pomocí výměníku (O), úprava části vody UV zářením (UV), chemické hospodářství dodávající pH a chlor (pH a CL), dnové vtokové trysky (DVT) a dnový výpustný objekt (DV).



Obrázek 28 Schéma recirkulačního systému brouzdaliště [16]

Na obrázku 28 je možné vidět schéma brouzdaliště přímo z vizualizace pro monitorování recirkulačního systému. Na obrázku jsou vidět všechny informace, které potřebuje obsluha bazénu k jeho řízení.

V recirkulačním systému tohoto bazénu se nachází dvě paralelně zapojená oběhová čerpadla. V době měření, které je zpracováno v další části bakalářské práce, se jednalo o identická třífázová čerpadla Argonaut AV250-3DN-S. Jednalo se již o moderní bazénová čerpadla s velmi plochou Q–H křivkou, která umožňuje čerpání velkých průtoků při nízkých dopravních výškách. Čerpadla však nejsou osazena frekvenčním měničem, kvůli čemuž jsou neúsporná. Čerpadla se střídala v provozu, kdy vždy několik dní bylo v provozu jedno čerpadlo a poté čerpadlo druhé. Charakteristiky čerpadla je možné vidět na fotografii štítku čerpadla.



Obrázek 29 Štítek původního čerpadla [15]

Na obrázku 29 je štítek čerpadla, které je v současné době demontováno, ale v době měření bylo v provozu v řešeném recirkulačním systému. Ze štítku je možné vidět, že se jedná o typ čerpadla Hydroair Argonaut AV250-3DN-2. S následujícími parametry:

- $H(\max) = 18 \text{ m}$
- $Q(\max) = 32 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\eta(\max) = 0,814$
- $n = 2850 \text{ ot}/\text{min}$
- $P = 1,5 \text{ kW}$
- účinnostní třída elektromotoru: IE2
- sériové číslo: 265629650114



Obrázek 30 Původní čerpadla osazená v recirkulačním systému bazénu [16]

Na obrázku 30 je možné vidět osazená původní čerpadla, která byla označena čísly 1 a 2. Stejnými čísly byly popsány i měřicí brány za účelem identifikace výsledků. Měření, vyhodnocované v této části práce probíhalo právě na těchto čerpadlech.

V dnešní době jsou již na místě původních čerpadel čerpadla nová. Jedná se o nová čerpadla s frekvenčním měničem, kterým je možné měnit otáčky čerpadla a snižovat je v době, kdy není potřeba čerpat tak velký průtok, na který jsou čerpadla dimenzována. Díky tomu by měla být nová čerpadla úspornější než stará.



Obrázek 31 Nová čerpadla ve strojovně bazénu [15]

Na obrázku 31 je možné vidět nová recirkulační čerpadla E – Winner 300, která jsou v dnešní době zapojena v řešeném recirkulačním okruhu na místě, kde byla původně stará recirkulační čerpadla. Stejně jako na starých čerpadlech bude i na těchto nových prováděno měření spotřeby elektrické energie.

5.2. POUŽITÉ PŘÍSTROJE

Pro měření hodnot, kterými se zabývá bakalářská práce, byly použity elektroměry a měřicí brány od firmy MICROMARZ. Pro vytvoření fotodokumentace byl použit mobilní telefon Xiaomi mi9 Lite, který je vybaven třemi zadními fotoaparáty, z nichž byl k pořízení všech fotografií použit hlavní fotoaparát s rozlišením 48 MP a umělou inteligencí. Parametry tohoto fotoaparátu jsou, kromě již zmíněných 48 MP, f/1.8, (wide), 1/2.8" a 0,8 μ m, PDAF.

5.2.1. Třífázový elektroměr MICROMARZ SE1-PM1



Obrázek 32 Třífázový elektroměr MICROMARZ SE1-PM1 [12]

Na obrázku 32 je vidět třífázový elektroměr MICROMARZ SE1-PM1, který byl použit pro měření spotřeby čerpadel. Každému čerpadlu byl přidělen jeden elektroměr. Jedná se o kontaktní elektroměr, který umožňuje měření spotřebované energie a příkonu. Rozsah měření příkonu tohoto elektroměru je 0 – 12,5 kW s rozlišením 1 W a s chybou měření $\pm 1 \% + 2$ W. Výrobce tohoto elektroměru je firma SensoFor. Jeho hlavní výhodou je možnost komunikace s celou řadou měřicích bran, které mohou výsledky měření provedených tímto elektroměrem zapisovat. [12]

5.2.2. Měřicí brána MICROMARZ NT3-AB4



Obrázek 33 Ethernetová měřicí brána MICROMARZ NT3-ABK4 [12]

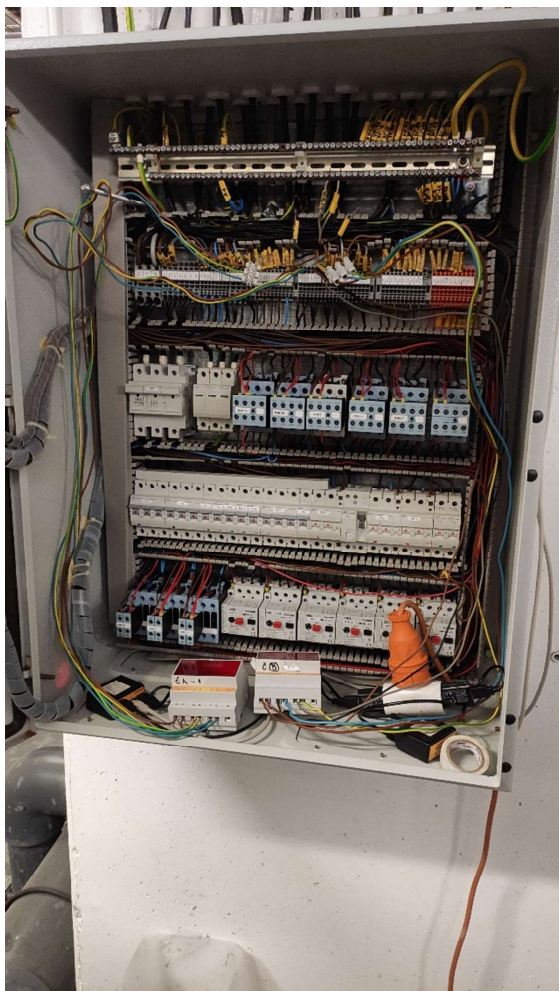
Na obrázku 33 je možné vidět ethernetovou měřicí bránu MICROMARZ NT3-AB4, která byla použita pro zapisování výsledků změřených pomocí již dříve zmíněného elektroměru MICROMARZ SE1-PM1. Tato měřicí brána je určena pro ukládání výsledků měření elektroměru na cloudové uložení. To je umožněno pomocí ethernetového kabelu, kterým je brána spojena s internetem. Díky ukládání výsledků na cloud je možné se k nim kdykoliv dostat z jakéhokoliv místa, které má internetové připojení. Výrobcem této ethernetové měřicí brány je také firma SensoFor. Měřicí brána musí být pro fungování napájena ze sítě pomocí mini USB kabelu. [12]

5.3. POSTUP MĚŘENÍ

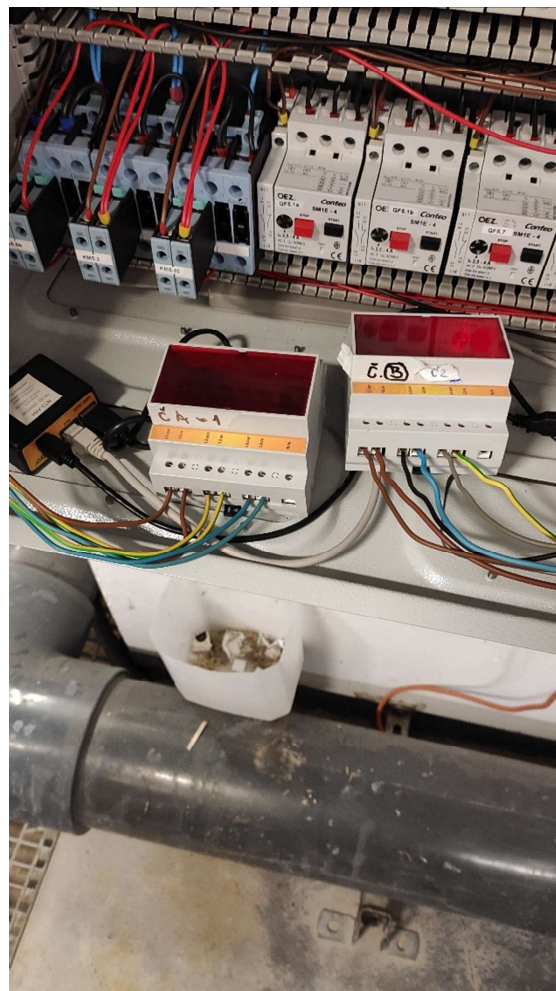
Tématem této bakalářské práce jsou energetické úspory na čerpadlech. Původně bylo v plánu porovnat spotřebu elektrické energie starých a nových čerpadel. To bohužel nemohlo být realizováno kvůli tomu, že byl bazénový provoz uzavřen dříve, než mohlo být změřeno dostatečné množství dat o spotřebě nových čerpadel. Spotřeba starých čerpadel již ale byla změřena, a tak se praktická část této bakalářské práce zaměřila na porovnání spotřeb elektrické energie dvou zdánlivě stejných čerpadel původně osazených v recirkulačním systému brouzdaliště.

Měření spotřeby probíhalo pomocí třífázových elektroměrů a ethernetové měřicí brány od firmy MICROMARZ. Konkrétně se jednalo o třífázový elektroměr s označením SE1-PM1. Jako měřicí brána byla zvolena ethernetová měřicí brána NT3-AB4.

Samotné měření starých čerpadel probíhalo od 15. 11. 2019 do 29. 01. 2020. Tento údaj platí pro čerpadlo označené jako Čerpadlo 1. Spotřeba Čerpadla 2 byla měřena až od 16. 11. 2019, což však není žádný problém, protože v období, kdy bylo měřeno jen Čerpadlo 1, nebylo Čerpadlo 2 v provozu, a tak tato skutečnost nemohla nijak narušit výsledky měření.



Obrázek 34 Rozvodná skříň strojovny brouzdaliště [15]



Obrázek 35 Detail na elektroměry v rozvodné skříni [15]

Na obrázcích 34 a 35 je možné vidět rozvodnou skříň elektroinstalace pro strojovnu brouzdaliště. Je v ní možné vidět osazené elektroměry, které měří příkon čerpadla a výsledky ukládají pomocí měřicí brány, která je na pravém obrázku také vidět, na cloudové uložení. Na obrázku jsou vidět již nové elektroměry pro nová čerpadla.

5.4. POSTUP VYHODNOCOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Základním úkolem bylo porovnat čerpadla na základě energie, kterou spotřebovala. Toto porovnání vychází z dat, která byla naměřena pomocí výše zmíněných elektroměrů a zanesena do tabulky. Tabulka původně obsahovala jen údaje o čase měření a aktuální hodnotě příkonu každé ze tří fází. Později byla tabulka vyexportována do tabulkového editoru Excel, kde k ní byly přidány sloupce, ve které byl počítán aktuální příkon v čase měření pro každou

fázi. Dále byly přidány sloupce součtových čar, které načítaly celkovou spotřebu každé jedné fáze. Měření a zapisování hodnot aktuálních příkonů probíhalo vždy jednou za minutu s výjimkou již dříve zmíněného prvního dne, kdy bylo měřeno pouze Čerpadlo 1. V tento den bylo měření prováděno každé dvě vteřiny. Po začátku měření i na Čerpadle 2 se však měření ustálilo na již zmíněné frekvenci jednou za minutu v nulté sekundě této minuty. I po zkrácení intervalu měření na minutu se stále jedná o velmi velký a obsáhlý datový soubor, ve kterém se nachází něco přes 100 000 řádků hodnot, které bylo třeba zpracovat.

Minutová spotřeba je poněkud abstraktní a neporovnatelná veličena, pro porovnání čerpadel jsem se tedy rozhodl porovnávat hodinové a denní spotřeby. Tabulka hodinových spotřeb se nachází v příloze bakalářské práce. V původním souboru jsem si tedy vyhledal součet celkové spotřeby čerpadla pro vždy stejnou minutu v každé hodině a prostým odečtením sousedních hodnot jsem získal celkovou hodinovou spotřebu čerpadla v určité hodině v určitý den. Zde nastal první problém a tím bylo vybrat ideální minutu. Bohužel i když jsou výsledky velmi přesné, tak ne v každé hodině jsou změřeny všechny minuty a může se stát, že přístroj například změřil hodnoty do času 16:03 a poté zase od 16:05, bohužel pro čas 16:04 se v tabulce nenachází žádný řádek. To se z celkového počtu měřených hodin, kterých bylo přes 1700, stalo pro určité minuty cca třináctkrát až pětadvacetkrát. Tyto chyby nejsou samozřejmě statisticky významné a je poměrně jednoduché je napravit. I tak jsem ale zvolil minutu, která obsahoval nejméně takovýchto chyb, a to byla pro obě čerpadla minuta čtvrtá. Chybějící hodnoty jsem poté našel manuálně a doplnil podle okolních minut, ve kterých měření probíhalo normálně. Vyhodnocení naměřených dat bylo znázorněno grafy na obrázcích 37, 38, 39, 40 a 41 a v tabulkách 1 a 2.

Dalším úkolem zadání bakalářské práce je vyčíst z výsledků měření počet, dobu a způsob praní filtrů. Filtry se perou pomocí čerpadel tak, že se obrátí směr proudění vody ve filtru, a kanálem, kterým se voda do filtru za normálních okolností dostává, při čištění odchází do kanalizace i s nečistotami, které se během filtrování na filtru zachytily. Praní trvá vždy jen pár minut a mělo by mu předcházet vypnutí čerpadla na dobu potřebnou k přenastavení ventilů pro proudění vody ve směru praní. Po praní by mělo znovu následovat vypnutí čerpadla, aby bylo možné přenastavení armatur zpět do provozního stavu. Původním předpokladem bylo, že vypnutí čerpadla bude možné zpozorovat v datech tak, že v minutě, kdy se čerpadlo vypne bude aktuální výkon čerpadla nulový. Tento předpoklad byl však chybný a nevedl k uspokojivým výsledkům. Je tomu nejspíše proto, že strojníkům trvá přenastavení armatur méně času než právě jednu minutu, po které jsou ukládány výsledky. Bylo tedy zvoleno nové

kritérium, které bylo založeno na předpokladu vyhledávání stavů, kdy minutová spotřeba elektrické energie poklesne pod normální hodnotu pohybující se kolem 28 W/h na cca 20 W/h a méně. Toto místo pak bylo považováno za okamžik vypnutí čerpadla pro možnost přenastavení armatur. Jak bylo již zmíněno, praní filtru by mělo trvat jen několik málo minut. Konkrétně byly vyhledávány úseky, které by značily praní dlouhé 2-10 minut. Toto byly výchozí podmínky, dle kterých byly sestrojeny funkce v Excelu, které vyhledávaly úseky odpovídající praní, a to na každém čerpadle. Pro každé nalezené praní byl poté zapsán čas, kdy bylo provedeno, jak dlouho trvalo a kolik energie při něm bylo spotřebováno.

AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AU	AV
Datum	Hodina	minuta	vteřina	P F1 [W]	P F2 [W]	P F3 [W]	S F1 [W/h]	S F2 [W/h]	S F3 [W/h]	Suma S [W/h]	Rozdíl [W/h]	P 3 min	Praní 3 min
20.11.2019	4	4	0	572	559	552	33480	33877	33078	100435	27	NE	ANO
20.11.2019	4	5	0	574	562	550	33480	33877	33078	100435	0	NE	ANO
20.11.2019	4	6	0	572	571	546	33499	33895	33096	100490	55	NE	ANO
20.11.2019	4	7	0	574	564	546	33509	33904	33105	100518	28	NE	ANO
20.11.2019	4	8	0	574	564	548	33518	33914	33114	100546	28	NE	ANO
20.11.2019	4	9	0	574	560	545	33518	33914	33114	100546	0	NE	ANO
20.11.2019	4	10	0	572	564	553	33528	33923	33123	100574	28	NE	ANO

Obrázek 36 Funkce pro hledání praní v programu Excel [15]

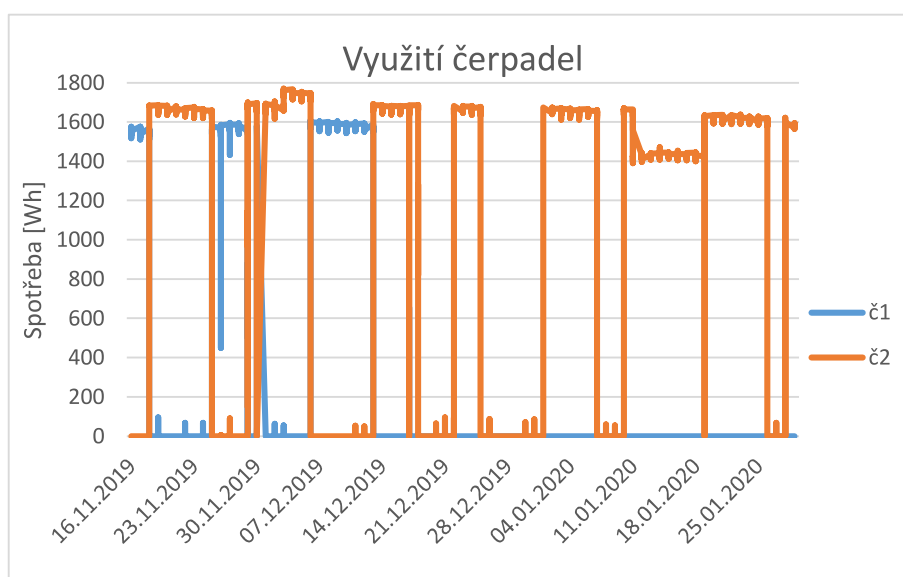
Na výřezu z programu Excel je možné vidět, jakým způsobem probíhalo vyhledávání okamžiků praní. Sloupce P FX označují aktuální výkon každé ze tří fází změřený v dané minutě měření. Ve sloupcích S FX je načítána celková spotřeba jednotlivých fází. Sloupec Suma S znázorňuje součet spotřeb všech tří fází dohromady a ve sloupci Rozdíl se nachází minutová spotřeba, dle které byly hledány časové úseky, které odpovídaly předpokladům pro praní filtrů. Ve sloupci P 3 min se nachází funkce, která měla za úkol vyhledat minutu předcházející minutě, ve které poklesla minutová spotřeba, poté na tři minuty spotřeba znovu vzrostla a znovu spadla, přesně podle již zmíněného předpokladu. V horní části obrázku je možné vidět, jakým způsobem byla funkce napsána. Ve sloupci Praní 3 min se nachází funkce, která ve sloupci P 3 min vyhledává hodnoty ANO a zobrazuje řádek s hodnotou ANO a šest další řádků, aby byly vidět nejen řádky obsahující pravděpodobné praní, ale i řádky, které tomuto časovému úseku předcházejí a následují. Tímto způsobem byly napsány i funkce pro další již zmíněné hodnoty. Poté byly tyto výsledky ručně přepsány do jiné tabulky, kde bylo zapsáno datum předpokládaného praní, přesný čas, kdy byl filtr prán, doba, po kterou byl filtr prán, a spotřebovaná elektrická energie během toho praní. Obdobné funkce byly použity i pro hledání praní podle prvního předpokladu, jen sloupec P 3 min nevyhledával v datech časové úseky, kdy se snížila minutová spotřeba, ale úseky, kdy byl aktuální výkon všech fází roven nule. Sloupec Praní 3 minuty poté fungoval stejně jako v již popsaném druhém případě.

Z naměřených dat vyplynulo, že v některých dnech nebylo v provozu ani jedno čerpadlo. Tyto dny byly nalezeny tak, že byly vedle sebe postaveny hodnoty hodinových spotřeb obou čerpadel a vyhledány dny, kdy ani jedno čerpadlo nemělo žádnou spotřebu elektrické energie. Tyto dny byly poté porovnány s daty o návštěvnosti provozu.

5.5. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

5.5.1. Celková spotřeba čerpadel

Prvním výsledkem, který vyplynul z měření spotřeby na čerpadlech, je celková spotřeba čerpadel za období, ve kterém probíhalo měření. Čerpadlo 1 spotřebovalo celkově za celou dobu měření **519,196 kWh**, Čerpadlo 2 spotřebovalo za dobu měření **1750,612 kWh**. Celková spotřeba elektrické energie za dobu měření je tedy **2 269,808 kWh**. Z rozdílu mezi čerpadly je zřejmé, že Čerpadlo 2 spotřebovalo mnohem více energie, je tomu tak, protože Čerpadlo 2 bylo v provozu více času než Čerpadlo 1.



Obrázek 37 Graf využití čerpadel [15]

Z grafu využití čerpadel je možné vypočítat hned několik věcí. První se týká již zmíněného rozdílu mezi celkovými spotřebami čerpadel za měřené období. Z grafu je možné vidět, že z počátku měření se čerpadla střídala tak, že vždy několik dní bylo využíváno jedno čerpadlo a dalších několik dní čerpadlo druhé. Toto však skončilo 17. 12. 2019, kdy bylo Čerpadlo 1 spuštěno naposledy. Po tomto datu bylo Čerpadlo 1 z recirkulačního systému vyjmuto a nebylo vráceno do konce měření, odtud tedy pramení výrazný rozdíl v celkové spotřebě čerpadel. Čerpadlo bylo vyjmuto z důvodu již probíhajících prací na výměně čerpadel.

Dále je možné z grafu vypořozovat, že v některé dny nebylo v činnosti ani jedno čerpadlo, čemuž je věnována další kapitola bakalářské práce. V grafu je dále možné pozorovat rozdíl v hodinových spotřebách obou čerpadel a propad hodinové spotřeby u Čerpadla 2. Těmto skutečnostem je věnována kapitola v další části bakalářské práce.

5.5.2. Porovnání hodinových a denních spotřeb čerpadel

Jak bylo napsáno již dříve, pro srovnání obou čerpadel jsem zvolil hodinovou spotřebu elektrické energie. Přepočtení na hodinovou spotřebu však stále není samo o sobě dobře porovnatelné, protože ne každou hodinu bylo čerpadlo v provozu celou hodinu, a tak by nebylo vytváření závěrů z těchto hodinových spotřeb nikterak směrodatné. Pro porovnání čerpadel jsem tedy vybral jen hodinové spotřeby v hodinách, kdy bylo čerpadlo zapnuté v každé minutě dané hodiny. Z těchto hodnot vychází všechny výsledky, které budou v této kapitole dále prezentovány.

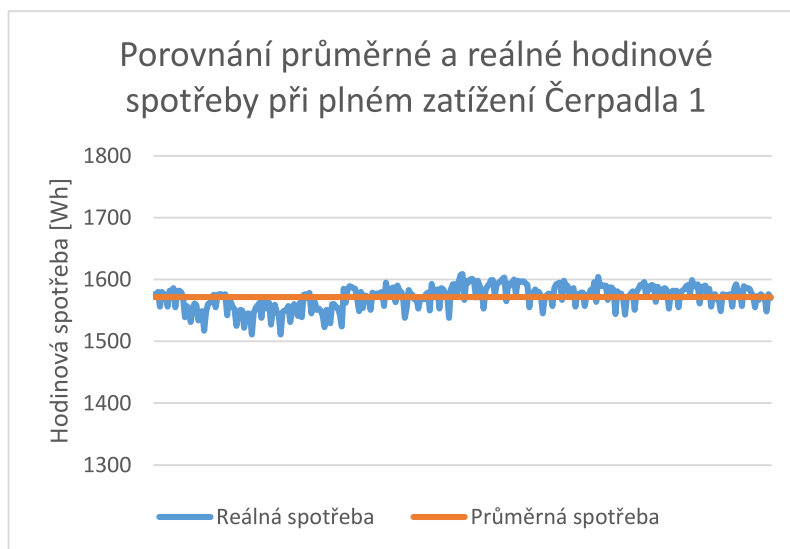
Pro porovnání čerpadel jsem vybral několik určujících statistických veličin, na kterých je možné demonstrovat rozdíly u zdánlivě totožných čerpadel.

	Čerpadlo 1	Čerpadlo 2	Jednotky
Průměr	1571.6	1619.7	W/h
Medián	1576.0	1654.0	W/h
Maximum	1609.0	1771.0	W/h
Minimum	1511.0	1390.0	W/h
Rozpětí	98	381.0	W/h
Směrodatná odchyška	18.5	93.6	-

Tabulka 1 Porovnání hodinových spotřeb čerpadel [15]

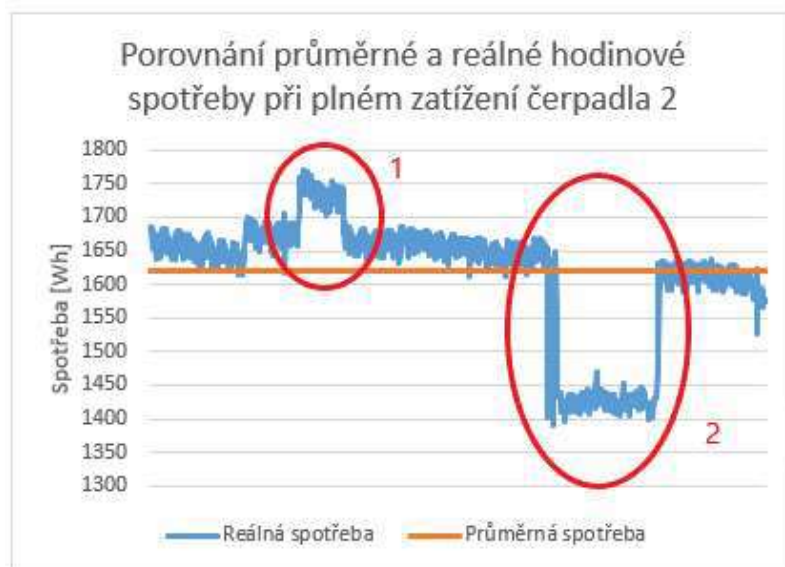
V tabulce 1 je možné vidět, že zdánlivě totožná čerpadla bohužel po stránce spotřeby energie totožná nejsou. Rozdíl v průměrných hodnotách hodinových spotřeb není velmi statisticky významný. To se však mění při porovnání mediánů hodinových spotřeb, kde je již rozdíl výraznější. Z tohoto rozdílu je možné vypořozovat, že Čerpadlo 2 má vyšší spotřebu elektrické energie i přes možné různé zásahy do jeho fungování, které budou popsány v další části bakalářské práce. Další statistické veličiny zobrazené v tabulce popisují rozkolísanost hodinových spotřeb u čerpadel. Zde je vidět významný rozdíl mezi rozkolísaností hodinových spotřeb čerpadel. Čerpadlo 1 má rozkolísanost velmi nízkou a pohybuje se velmi blízko kolem průměrné spotřeby. Zato rozkolísanost hodinových spotřeb u Čerpadla 2 je velmi významná, ale z grafu spotřeb (obrázek 39) však bude možné pozorovat, že by rozkolísanost

pravděpodobně nebyla tak velká, pokud by nebylo do chodu čerpadla zasahováno zvenčí. Důležité z této tabulky je to, že Čerpadlo 2 má větší hodinovou spotřebu, než Čerpadlo 1.



Obrázek 38 Graf porovnání průměrné a reálné hodinové spotřeby při plném zatížení Čerpadla 1 [15]

Graf na obrázku 38 znázorňuje, jakým způsobem se reálná hodinová spotřeba čerpadla odchyľuje od průměrné spotřeby a v grafu je tak možné sledovat rozkolísanost hodinové spotřeby elektrické energie. Upozorňuji, že se stále jedná o porovnání jen hodinových spotřeb v hodinách, kdy bylo čerpadlo v provozu každou minutu v dané hodině. Každý bod reálné spotřeby je tedy hodinová spotřeba v hodině, kdy bylo čerpadlo celou hodinu v provozu a tyto hodiny jsou v grafu řazeny za sebe, i když v reálné časové linii je může dělit i několik dní. Z grafu je možné vypočítat již zmíněnou malou rozkolísanost hodinových spotřeb Čerpadla 1, protože skutečné hodinové spotřeby kolísají kolem průměru a nijak zvlášť se od průměru nevzdalují.



Obrázek 39 Graf porovnání průměrné a reálné hodinové spotřeby při plném zatížení Čerpadla 2 [15]

Už jen při prvním pohledu na graf spotřeby Čerpadla 2 je možné vidět velmi významnou rozkolísanost hodinové spotřeby tohoto čerpadla. Znovu upozorňuji, že hodnoty zobrazené v tomto grafu jsou hodinové spotřeby pro hodiny, ve kterých bylo čerpadlo spuštěno v každé minutě dané hodiny a hodnoty zobrazené jako reálná spotřeba jsou právě tyto hodinové spotřeby seřazené za sebou, kdy v reálné časové linii mohou být tyto hodiny od sebe vzdáleny i několik dní. Důležité však je, že ve dvou zvýrazněných speciálních stavech za sebou hodiny přímo následují v časovém rozmezí. Stav označený jako stav 1 trval od 03. 12. do 06. 12. 2019 a rozdíl ve spotřebě činil přibližně 100 Wh. Stav označený jako 2 trval od 11. 01. do 19. 01. 2020 a rozdíl ve spotřebách činil přibližně 230 Wh.

Tyto zvýrazněné speciální stavy jsou velmi zajímavé, avšak jejich vysvětlení je velmi náročné, protože jediné informace, které k těmto stavům máme, jsou informace o spotřebě elektrické energie. V zásadě jsou tři možné příčiny, které mohly stavy způsobit. První možnou příčinou, kterou jsme se s vedoucím práce a dalším konzultantem zabývali, byla změna polohy hladiny vody v akumulární jímce, která mohla způsobit změnu dopravní výšky, kterou muselo čerpadlo překonat. Tato možnost je však bohužel velmi nepravděpodobná, a to hned z několika důvodů. Jedním z důvodů je výpověď jednoho ze strojníků, který se stará o chod bazénu. Dle jeho slov se hladina v jímce nijak nepohybuje a je udržována na nejnižší možné hladině, která je důležitá pro správný chod čerpadla, která je 50 cm nad horním lícem sacího potrubí. Pokud si vezmeme druhý zvláštní případ, kdy se příkon propadl o 200 W, tak pro tento propad by se musela hladina v nádrži ještě více snížit, aby byl rozdíl hladin v jímce a v bazénu vyšší. Výška hladiny vody v bazénu se totiž hýbat nemůže, protože přísun vody do akumulární jímky je zapříčiněn přepadem vody z bazénu do žlábků, tudíž hladina vody v bazénu může být jen na úrovni žlábků. Snížení hladiny v akumulární jímce však také nemohlo nastat, protože pokud by se hladina snížila níže, než je zmíněných 50 cm nad horním lícem potrubí, čerpadlo by již nefungovalo správně a nastala by na něm kavitace, jejíž projevy by strojníci jistě zaznamenali a problém opravili. Druhým problémem této teorie je samotná velikost akumulární jímky, která neumožňuje velkou rozkolísanost hladin. Konkrétně je možný pohyb hladiny v rámci 0,4 m, což je velmi málo pro vytvoření takto velkého výkyvu příkonu čerpadla.

Druhá teorie je pravděpodobnější. Dle našeho názoru je možné, že jeden údržbářův bazénu změnil nastavení otevření některé z klapek, kterou v prvním zvláštním případě otevřel více, než je běžné. Díky tomu vzrostl průtok a tím také příkon čerpadla. U druhého zvláštního případu byl naopak průtok v recirkulačním systému pomocí armatur škrcen více, než je běžné. Kvůli místní ztrátě se tak změnila charakteristika potrubí a příkon čerpadla se snížil. V provozu

pracuje hned několik strojníků, a ne každý se chová při práci s čerpadly správně, tento předpoklad bude dále rozveden v části, která se zabývá hledáním prání.

Třetí teorií je, že bylo změněno nastavení otevření armatur na obtoku výměníku sloužícímu k ohřevu vody, nebo na obtoku zařízení zabezpečující UV úpravu vody. Ztráty na UV zařízení a hlavně na výměníku tepla jsou jedny z nejvyšší ztrát v celém recirkulačním systému. Z posudku pro bazén v Sušici vytvořeného doc. Ing. Bohumilem Šťastným, Ph. D. a kol 21. 5. 2019, který mi byl panem docentem poskytnut, je jasné patrné, že při manipulaci s otevřením armatur je na obtoku UV lampy a tepelného výměníku možný velký rozsah místních ztrát. Z měření provedeném na recirkulačním systému bazénu v Sušici vyplynulo, že pokud byl obtok plně otevřen a přes tepelný výměník neproudil žádný průtok, byla tlaková ztráta na začátku a na konci obtoku při chodu čerpadla č. 1 s průtokem 48,6 m³/hod 0,5 m, při chodu čerpadla č. 2 s průtokem 46,8 m³/hod 0,48 m a při chodu obou čerpadel dohromady s průtokem 54,66 m³/hod 0,66m. Při otevření obtoku na 45° byla ztráta způsobená tepelným výměníkem a UV lampou rovna při chodu čerpadla č. 1 s průtokem 45,42 m³/hod 1,63 m, při chodu čerpadla č. 2 s průtokem 43,35 m³/hod 1,57 m a při chodu obou čerpadel dohromady s průtokem 50,55 m³/hod 2,25 m. Při plném uzavření obtoku byla ztráta způsobená tepelným výměníkem a UV lampou rovna při chodu čerpadla č. 1 s průtokem 33,6 m³/hod 4,95 m, při chodu čerpadla č. 2 s průtokem 32,1 m³/hod 4,79 m a při chodu obou čerpadel dohromady s průtokem 36,55 m³/hod 5,64 m. [17] Z tohoto pozorování vyplývá, že míra otevření obtoku tepelného výměníku a UV lampy může mít velký vliv na ztráty v systému a může se díky tomu změnit charakteristika potrubí a tím i změnit spotřeba čerpadla. Běžně se s ohřevem u velkých bazénových okruhů nijak nemanipuluje, avšak u menších, jakým je toto brouzdaliště, je možnost, že bylo potřeba rychle zvýšit teplotu vody při rychlé výměně dopouštěcí vody a vypouštěcí vody, kterou udává vyhláška MZd č. 238/2011 Sb.

Poslední možností, která mohla zapříčinit posun pracovního bodu čerpadla, by byl bypass. Ten však není součástí recirkulačního systému tohoto bazénu, a tak nebylo jeho působení uvažováno.

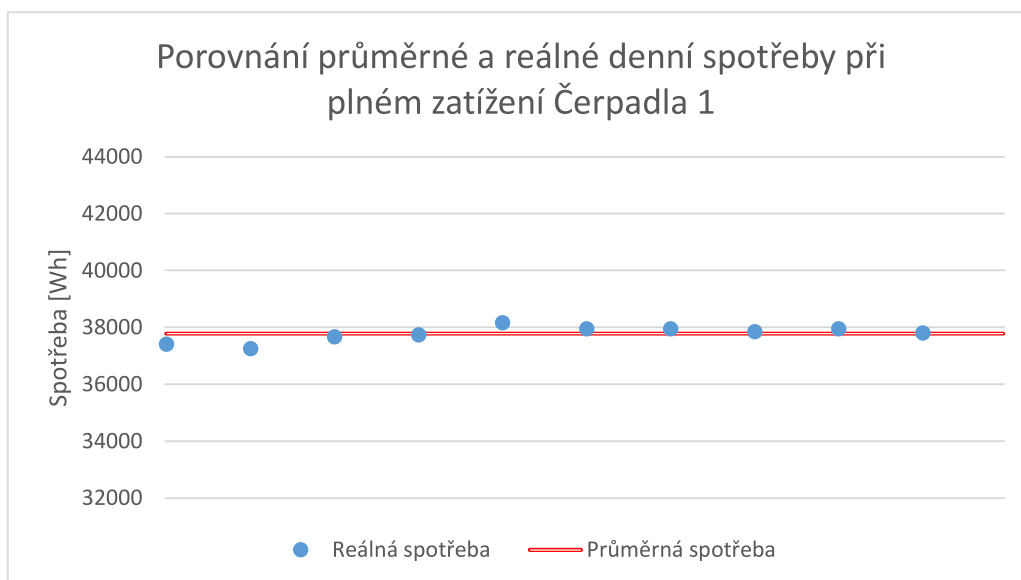
Posledními hodnotami, které bych chtěl v této kapitole porovnat jsou průměrné denní spotřeby čerpadel. Znovu jsem pro možné porovnání zvolil podmínku, která činí toto

porovnání možné. Podmínkou je, že porovnávám jen spotřebu v těch dnech, kdy bylo čerpadlo v provozu každou minutu v každé hodině tohoto dne.

	Čerpadlo 1	Čerpadlo 2	Jednotky
Průměr	37780.3	38800.6	W/h
Medián	37820.5	39703.5	W/h
Rozptyl	905.0	7721.0	W/h

Tabulka 2 Porovnání denních spotřeb čerpadel [15]

Z tabulky 2 je patrné, že poměry rozdílů v denních spotřebách jsou velmi podobné rozdílům u hodinových spotřeb. Znovu je možné vidět, že Čerpadlo 2 spotřebovává větší množství elektrické energie a rozkolísanost jeho spotřeby je vyšší, než je tomu u Čerpadla 1.



Obrázek 40 Graf porovnání průměrné a reálné denní spotřeby při plném zatížení Čerpadla 1 [15]

vypnuto. Tímto způsobem tedy nebyl zjištěn žádný časový úsek, který by odpovídal praní provedenému v době, kdy bylo čerpadlo v provozu. Celkově bylo tímto způsobem nalezeno 13 časových úseků, které by bylo možné považovat za praní, které proběhlo při odstávce bazénového provozu. Tato hodnota je však při uvážení faktu, že měření probíhalo po dobu 73 dní, velmi malá a nemůže reprezentovat všechna praní filtrů.

Byl tedy zvolen druhý předpoklad, který počítal s tím, že strojníci byli schopni přenastavit armatury rychleji než za jednu minutu, která odpovídá frekvenci zapisování výsledků měření. V první chvíli vypadaly výsledky založené na tomto předpokladu mnohem reálněji než výsledky vycházející z prvního předpokladu. Bylo nalezeno velké množství časových úseků, které mu odpovídaly. Problém však nastal právě v onom velkém počtu výsledků, kdy jen u Čerpadla 2 bylo nalezeno 70 časových úseků, které odpovídaly podmínkám. To je bohužel při uvážení faktu, že měření probíhalo 73 dní příliš mnoho časových úseků. Po bližším prozkoumání výsledků jsem zjistil, že časový úsek odpovídající předpokladům, nastal v některých dnech dokonce několikrát za den. Konkrétně například dne 03. 01. 2020 tento úsek nastal dokonce šestkrát, což dokládá, že se rozhodně nemohlo jednat o praní. Kvůli této skutečnosti musely být výsledky získané za použití tohoto předpokladu prohlášeny za irelevantní.

Z pozorování tedy bohužel není možné vyvodit žádný relevantní závěr o množství a frekvenci praní. Spatřuji tři možné problémy, které mohly zapříčinit tyto neuspokojivé výsledky. Prvním z nich je nedostatek informací, bohužel bylo vycházeno jen z dat o spotřebě elektrické energie, ideální by bylo, kdyby k těmto datům byly měřeny i průtoky soustavou a změny tlaků v systému před a za filtrem. Kombinací těchto informací by bylo možné jednodušší vyhledávání časových úseků, které by mohly odpovídat praní filtrů. Druhým problémem je samotné měření spotřeby, kdy by bylo pro hledání praní pravděpodobně lepší, kdyby bylo měření prováděno s původní dvouvtřetinovou frekvencí, čímž by bylo přesnější. Při tomto měření by nastal ale jiný problém, a to ve velikosti datového souboru, který byl už tak velmi těžce zpracovatelný a pro jeho zpracování by byl potřeba počítač s velmi velkým výpočetním výkonem, aby výpočty netrvaly neúměrně dlouho. Třetím možným problémem je lidský faktor. Praní není zautomatizovaný proces a pro jeho provedení je potřeba lidské obsluhy. Dle rozhovoru s jedním ze strojníků, kteří se starají o fungování technologií bazénu, jeho kolegové provádí praní filtrů každý den a on sám provádí praní jednou za dva dny. Bohužel nic takového z výsledků nevyplývalo. Na moji otázku, čím by mohl být tento nedostatek uspokojivých výsledků způsobený, strojník odpověděl, že je možné, že jeho kolegové nepostupují při praní

dle správných postupů a provádí praní filtrů při zapnutých čerpadlech. Dále je možné, že někteří strojníci “neperou“ filtry vůbec, i když by měli. Toto tvrzení není ze známých dat možné potvrdit ani vyvrátit, je jen možné konstatovat, že i toto je možné vysvětlení neuspokojivých výsledků. Celkově bohužel nelze zjistit, který z těchto problémů je možným strůjcem negativních výsledků, ale pravděpodobně se jedná o kombinaci všech problémů dohromady.

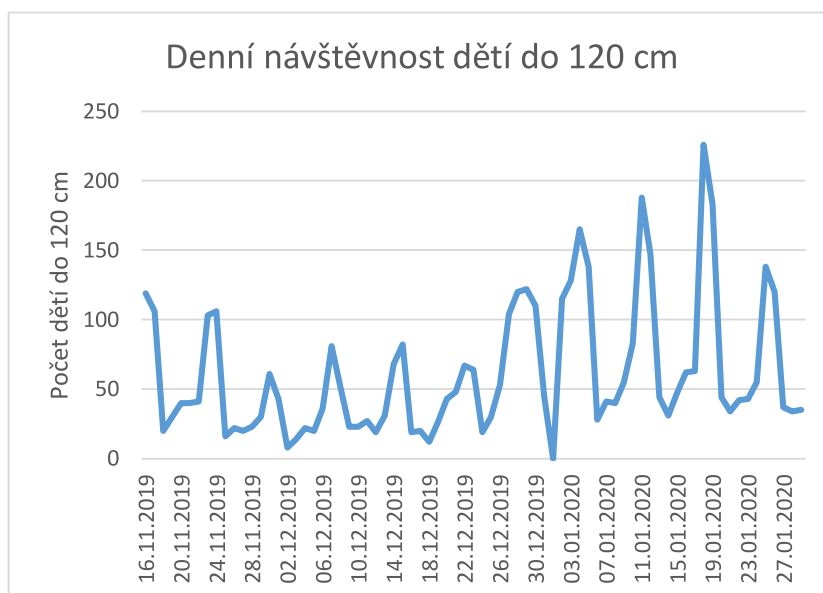
Filtry by měly být prány při dosažení tlakových ztrát 4 m vodního sloupce. Pro správné praní filtrů by tedy bylo nejjednodušší sledovat rozdíl tlaků v systému před a za filtrem. Ideální by bylo například naprogramovat jednoduchou aplikaci, která by sledovala rozdíl těchto tlaků a při rozdílu 4 m by strojníkům nahlásila, že je potřeba filtr vyprat. Ideální by bylo, kdyby byla aplikace schopna upozornit, že bude v řádu několika dalších hodin dosaženo právě 4 m ztrát tak, aby mohl strojník filtr vyprat ještě před otevřením bazénu, kdyby k dosažení ztrát 4 m vodního sloupce mělo dojít během otevírací doby bazénu. Podle již zmíněné vyhlášky MZd č. 238/2011 Sb. není možné přestat čerpat vodu v recirkulačním systému bazénu a tím ani prát, pokud se v bazénu nachází návštěvníci. Strojník by pak po vyprání filtrů musel v aplikaci odsouhlasit, že praní provedl. Data z této aplikace by pak mohla sloužit k získání velmi přesných informací o praních. Pokud by se tyto časy praní poté spojily s výsledky měření spotřeby čerpadel, bylo by pak jednoduché zjistit, jak náročné je praní na spotřebu elektrické energie.

5.5.4. Nalezení dní odstávky

Z grafu v přechozí kapitole je možné pozorovat, že v některých dnech byly čerpadla vypnuta. Z mého pozorování vyplynulo, že prvním obdobím, kdy nebylo v provozu ani jedno čerpadlo, jsou dny od 18. 12. do 01. 01. S tím, že je tato odstávka přerušena mezi 22. – 25. 12.

Dalším obdobím, kdy nebyla čerpadla v provozu, je období od 07. 01. 2020 kdy bylo čerpadlo ve večerních hodinách vypnuto a znovu zapnuto až 10. 01. ráno. Dále dne 19. 01. 2020 nebylo žádné z čerpadel v provozu mezi 9. a 15. hodinou. Posledními dny během měření, kdy nebylo v provozu ani jedno čerpadlo je čas mezi 26. 01. 2020, kdy bylo čerpadlo v odpoledních hodinách vypnuto, a 28. 01. 2020 ve večerních hodinách bylo opět zapnuto.

Pro objasnění byly od provozovatele vyžádána data o návštěvnostech provozu. Konkrétně se jednalo o návštěvnost dětí do 120 cm. Dle slov provozovatele kolem 80 % těchto dětí navštěvuje brouzdaliště řešené v bakalářské práci.



Obrázek 42 Graf denní návštěvnosti dětí do 120 cm [15]

V obrázku 38 je však bohužel vidět, že jediný den, kdy byl bazénový provoz pro návštěvníky uzavřen je 01. 01. 2020, tehdy byla návštěvnost bazénu nulová. Pokud je bazén v provozu a jsou v něm návštěvníci, musí být dle vyhlášky MZd č. 238/2011 Sb. recirkulační systém také v provozu. Provozovatel tvrdí, že pokud byli návštěvníci v bazénu, tak byla zcela jistě v provozu i čerpadla a tudíž nemohlo dojít k porušení vyhlášky. Z naměřených dat však vyplývá, že čerpadla v provozu v již zmíněných dnech nebyla, popřípadě mohlo dojít k poruše záznamu, nebo přenosu dat.

6. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Z vyhodnocení praktické části bakalářské práce lze vyvodit tyto závěry:

- Celková spotřeba obou sledovaných čerpadel se velmi lišila z toho důvodu, že v první třetině měření bylo odstraněno Čerpadlo 1. Hodnoty lze tak jen těžko porovnávat. Byla zjištěna celková spotřeba čerpadel **2 269,808 kWh**, přičemž Čerpadlo 1 spotřebovalo **519,196 kWh** a Čerpadlo 2 spotřebovalo za dobu měření **1750,612 kWh**. Z toho vyplývají celkové náklady na provoz obou čerpadel při ceně 3,20 Kč/ 1 kWh **7 263,39 Kč** za dobu měření.
- Bazén nebyl v provozu v průběhu pozorování během vánočních svátků. Dále nebyl bazén v provozu v období od 07. 01. 2020, kdy bylo čerpadlo ve večerních hodinách vypnuto, do 10. 01. ráno, kdy bylo znovu zapnuto. Dále dne 19. 01. 2020 nebylo čerpadlo v provozu mezi 9. a 15. hodinou. Posledními dny během měření, kdy nebylo v provozu ani jedno čerpadlo je čas mezi 26.01.2020, kdy bylo čerpadlo v odpoledních hodinách vypnuto a znovu zapnuto bylo 28.01.2020 ve večerních hodinách.
- Ze srovnání čerpadel vyšlo najevo, že i když měla být obě čerpadla teoreticky stejná, z pohledu spotřeby elektrické energie tomu tak nebylo. Čerpadlo 2 mělo vyšší hodinovou spotřebu elektrické energie, než Čerpadlo 1 o 5 %.
- Během porovnávání hodinových spotřeb byly objeveny dvě anomálie u Čerpadla 2, kdy jednou vzrostla hodinová spotřeba po dobu tří dní o 100 Wh a podruhé hodinová spotřeba poklesla o 230 Wh po dobu šesti dní. Tyto anomálie mohly být způsobeny buďto změnou polohy hladiny v akumulární nádrži, nebo změnou škrcení recirkulačního systému. Také mohl být změněn obtok na tepelném výměníku a UV lampě.
- Posledním úkolem stanoveným na začátku práce bylo zjistit frekvenci a délku praní a průměrnou spotřebu elektrické energie během praní filtrů. Výsledky pozorování však nebyly uspokojivé z důvodů již dříve zmíněných v předchozí části bakalářské práce.

Z toho plynou následující doporučení pro provozovatele:

- Je velmi důležité sledovat spotřebu čerpadel od začátku uvedení nových čerpadel do provozu a všimnout si všech změn ve spotřebě elektrické energie, které mohou značit například opotřebení čerpadla, nebo jiný problém v recirkulačním systému bazénu.
- Dále doporučuji nezasahovat do vyprojektovaného a doporučeného nastavení armatur v recirkulačním systému. Z příkladu anomálií na Čerpadle 2 je možné vidět, že tyto změny mohou mít velký vliv na spotřebu elektrické energie čerpadel.
- Co se týče praní filtrů, doporučuji prát filtry, jak bylo již zmíněno, při dosažení tlakových ztrát 4 m vodního sloupce a nikoliv tak, jak uvedl strojník, každý den. Tímto může být docíleno úspory elektrické energie potřebné pro praní filtrů a také úspory vody, která se během praní musí odvést do kanalizace.
- Dále by se tímto novým způsobem praní docílilo lepších filtračních vlastností filtru, protože pískový filtr po vyprání pracuje s účinností přibližně 50 %. Postupem času se zanáší a tím stoupá jeho účinnost až na přibližně 80 %. Při této účinnosti filtr vypadá plný a většina provozovatelů v tuto chvíli filtr vypere. To je však omyl, filtr dokáže pracovat s 80 % účinností po dobu cca dalších dvou dnů v závislosti na velikosti a typu filtru a charakteristice bazénového provozu, až poté je filtr opravdu plný a začne uvolňovat nežádoucí nečistoty dále do okruhu. Tento jev nastává právě při dosažení tlakových ztrát 4 m vodního sloupce. V tuto chvíli je ideální filtr vyprat. Díky naznačenému postupu je možné zmenšit počet praní v některých případech i na polovinu původního počtu. Recirkulační systém bude poté pracovat efektivněji.
- Pro efektivnější způsob praní doporučuji vytvoření jednoduché aplikace pro pozorování rozdílů tlaků před a za filtrem, jak je popsáno v předchozí části bakalářské práce.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

LITERATURA

[1] BIELA, Renata a Josef BERÁNEK, *Úprava vody a balneotechnika*, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, ISBN 80-214-2563-6.

[2] ŠŤASTNÝ, Bohumil, *Stavba a provoz bazénů*, Praha: ABF-ARCH, 2003, ISBN 80-86165-56-6.

[3] STEWART, Maurice, *Surface Production Operations: Volume IV: Pumps and Compressors*, Gulf Professional Publishing, 2018, ISBN 978-0128098950.

[4] *Tradiční a nové technologie, zkušenosti s bazénovými a wellness provozy: odborná konference Asociace pracovníků v regeneraci, Luhačovice, ... 28.4.-29.4.2011*, Praha: Asociace pracovníků v regeneraci, 2011. ISBN 978-80-904904-0-6.

SKRIPTA

[5] MELICHAR, Jan, *Úvod do čerpací techniky*, v Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05056-9.

[6] SKLENÁŘ, Jaroslav, *Balneotechnika II*, Praha: ČVUT, 1992. 220 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE

[7] A.W. CHESTERTON CO., *PUMP PRINCIPLES MANUAL*, [online], dostupné z: http://www.progtech.ae/Pump_Principles_Manual.pdf, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[8] CSANYI, Edvard, *14 energy-efficiency improvement opportunities in pumping systems*, [online], dostupné z: <https://electrical-engineering-portal.com/14-energy-efficiency-improvement-opportunities-in-pumping-systems>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[9] EATON, *Ochrana motorů pro revoluci IE3*, [online], dostupné z: http://controlengcesko.com/fileadmin/grafika/Barca_Karchova/rijen_2015/IE3_whitepaper_CZ.pdf, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[10] HAVLÍK, Aleš a Tomáš PICEK, *4. přednáška – Hydraulika potrubí* [online], 2018, dostupné z: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/HY2V/ke_stazeni/prednasky/HY2V_04_Hydraulika_potrubí.pdf, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[11] *Inteligentní řízení čerpadel za pomoci frekvenčních měničů ABB*, [online], dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artikul/article/inteligentni-řízení-čerpadel-za-pomoci-frekvencnich-menicu-abb/>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[12] *Měřicí a řídicí technika*, [online], dostupné z: <https://www.mikromarz.com/>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[13] *Principy průmyslových čerpadel – 4.díl – odstředivá čerpadla*, [online], dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovych-čerpadel-4dil-odstrediva-čerpadla> (cit. dne: 21. 05. 2020).

OSTATNÍ ZDROJE

[14] GRUNDFOS, *Pump handbook*, 2016, [online], dostupné z: <http://cz.grundfos.com/nav/search.html?q=p%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka>. (cit. dne: 21. 05. 2020).

[15] Původcem autor

[16] Původcem ŠŤASTNÝ, Bohumil

[17] ŠŤASTNÝ, Bohumil, *Posouzení hydraulických charakteristik RS - MĚŘENÍ RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU TECHNOLOGIE ÚPRAVY VODY PLAVECKÉHO A ZÁBAVNÍHO BAZÉNU V AREÁLU BAZÉNU V SUŠICI*, Praha 2019.

ZDROJE OBRÁZKŮ

[18] ČELÁKOVICKÁ SPORTOVNÍ, p. o., *Městský bazén má nové pískové filtry*, [online], dostupné z: <http://www.sportcelakovice.cz/index.php/56-mestsky-bazen-ma-nove-piskove-filtry>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[19] DRUKOV, *Výměník tepla - typ SVD*, [online], dostupné z: <http://www.drukov.cz/produkty/tlakove-nadoby/vymeniky-tepla/vymenik-tepla-svd/>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[20] *Produktová fotografie čerpadla Brilix FXP 550*, [online], dostupné z: <http://www.vysavac-do-bazenu.cz/bazenove-čerpadlo-brilix-fxp-550.html>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[21] RUNZEFLUID, *How Does Peristaltic Pump Work?*, [online], dostupné z: <https://www.runzefluid.com/news/how-does-peristaltic-pump-work-12836959.html>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[22] ŠMÍD, Milan, *Rodinný bazén - věrný přítel (VIII)*, [online], dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/bazeny/1058-rodinny-bazen-verny-pritel-viii>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[23] UPRAVNY-VODY.EU, *Úprava vody pro plavecký bazén, Brušperk*, [online], dostupné z: <http://www.upravny-vody.eu/reference/uprava-vody-pro-plavecky-bazen-brusperk>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

[24] ŽEJDLÍK, Lukáš, *Návrh výukového materiálu pro strojníky dobrovolných jednotek požární ochrany – Čerpadla*, Ostrava 2011, [online], dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2356033/>, (cit. dne: 21. 05. 2020).

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU [22]	9
OBRÁZEK 2 LAPAČ VLASŮ [20].....	11
OBRÁZEK 3 NÁDOBY PÍSKOVÉ FILTRACE [18]	12
OBRÁZEK 4 VÝMĚNÍK TEPLA SE SPIRÁLOVITÝM VINUTÍM Z CU TRUBEK [19]	13
OBRÁZEK 5 AUTOMATICKÉ DÁVKOVÁNÍ DEZINFEKCE BAZÉNOVÉ VODY [23].....	14
OBRÁZEK 6 SCHÉMA ROZDĚLENÍ HYDROSTATICKÝCH A HYDRODYNAMICKÝCH ČERPADEL [5].....	15
OBRÁZEK 7 PRINCIP PERISTALTICKÉHO ČERPADLA [21]	16
OBRÁZEK 8 PRINCIP Odstředivého čerpadla [24]	16
OBRÁZEK 9 HYDRODYNAMICKÁ ČERPADLA (ZLEVA: RADIÁLNÍ, DIAGONÁLNÍ A AXIÁLNÍ) [14].....	17
OBRÁZEK 10 ZMĚNA Q-H KŘIVKY ČERPADLA PŘI KAVITACI [14]	18
OBRÁZEK 11 GRAF CHARAKTERISTICKÝCH KŘIVEK HYDRODYNAMICKÉHO ČERPADLA [5].....	19
OBRÁZEK 12 ROZLOŽENÍ TLAKŮ V ŘEZU OBĚHOVÝM ČERPADLEM [UPRAVENO DLE 7]	20
OBRÁZEK 13 POSUN PRACOVNÍHO BUDU POMOCÍ SÉRIOVÉHO (VLEVO) A PARALELNÍHO (VPRAVO) ZAPOJENÍ ČERPADEL [5]	22
OBRÁZEK 14 MOŽNÉ ZPŮSOBY REGULACE ČERPADEL [11]	24
OBRÁZEK 15 POROVNÁNÍ ROZDÍLU ÚSPORY ELEKTRICKÉ ENERGIE POMOCÍ ŠKRCENÍ A ZMĚNY OTÁČEK ČERPADLA [5]	25
OBRÁZEK 16 ÚČINEK PARALELNÍHO ZAPOJENÍ DVOU STEJNÝCH (VLEVO) A DVOU ROZDÍLNÝCH ČERPADEL (VPRAVO) [5].....	27
OBRÁZEK 17 GRAF ZOBRAZUJÍCÍ ROZDÍLY V ÚČINNOSTI JEDNOTLIVÝCH ÚČINNOSTNÍCH TŘÍD MOTORŮ [9]	28
OBRÁZEK 18 ZNÁZORNĚNÍ SPRÁVNÝCH (VLEVO) A ŠPATNÝCH (VPRAVO) ZAPOJENÍ ČERPADEL [UPRAVENO DLE 3]	29
OBRÁZEK 19 NESPRÁVNÉ (VLEVO) A SPRÁVNÉ (UPROSTŘED A VPRAVO) ZAPOJENÍ PARALELNÍCH ČERPADEL [3].....	30
OBRÁZEK 20 ZNÁZORNĚNÍ MÍSTNÍ ZTRÁTY V 90° OBLOUKU. [10]	30
OBRÁZEK 21 GRAF ZÁVISLOSTI POHYBU HŘÍDELE NA OTÁČKÁCH [16]	31
OBRÁZEK 22 GRAF ZÁVISLOSTI POHYBU HŘÍDELE NA PRŮMĚRU OBĚŽNÉHO KOLA ČERPADLA [16].....	32
OBRÁZEK 23 GRAF ZÁVISLOSTI POHYBU HŘÍDELE NA % PRACOVNÍHO BODU [16]	32
OBRÁZEK 24 ČASOVÁ OSA ZAVÁDĚNÍ OMEZENÍ POUŽITÍ NEÚSPORNÝCH ELEKTROMOTORŮ [9]	34
OBRÁZEK 25 VYPUŠTĚNÉ BROUZDALIŠTĚ [15]	36
OBRÁZEK 26 NAPUŠTĚNÉ BROUZDALIŠTĚ [16]	36
OBRÁZEK 27 SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU BROUZDALIŠTĚ.....	37
OBRÁZEK 28 SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU BROUZDALIŠTĚ [16]	37
OBRÁZEK 29 ŠTÍTEK PŮVODNÍHO ČERPADLA [15].....	38
OBRÁZEK 30 PŮVODNÍ ČERPADLA OSAZENÁ V RECIRKULAČNÍM SYSTÉMU BAZÉNU [16].....	39
OBRÁZEK 31 NOVÁ ČERPADLA VE STROJOVNĚ BAZÉNU [15].....	39
OBRÁZEK 32 TŘÍFÁZOVÝ ELEKTROMĚR MICROMARZ SE1-PM1 [12].....	40
OBRÁZEK 33 ETHERNETOVÁ MĚŘÍCÍ BRÁNA MICROMARZ NT3-ABK4 [12].....	41

OBRÁZEK 34 ROZVODNÁ SKŘÍŇ STROJOVNY BROUZDALIŠTĚ [15]	42
OBRÁZEK 35 DETAIL NA ELEKTROMĚRY V ROZVODNÉ SKŘÍŇI [15]	42
OBRÁZEK 36 FUNKCE PRO HLEDÁNÍ PRANÍ V PROGRAMU EXCEL [15]	44
OBRÁZEK 37 GRAF VYUŽITÍ ČERPACEL [15].....	45
OBRÁZEK 38 GRAF POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÉ A REÁLNÉ HODINOVÉ SPOTŘEBY PŘI PLNÉM ZATÍŽENÍ ČERPACLA 1 [15]	47
OBRÁZEK 39 GRAF POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÉ A REÁLNÉ HODINOVÉ SPOTŘEBY PŘI PLNÉM ZATÍŽENÍ ČERPACLA 2 [15]	47
OBRÁZEK 40 GRAF POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÉ A REÁLNÉ DENNÍ SPOTŘEBY PŘI PLNÉM ZATÍŽENÍ ČERPACLA 1 [15]	50
OBRÁZEK 41 GRAF POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÉ A REÁLNÉ DENNÍ SPOTŘEBY PŘI PLNÉM ZATÍŽENÍ ČERPACLA 2 [15]	51
OBRÁZEK 42 GRAF DENNÍ NÁVŠTĚVNOSTI DĚTÍ DO 120 CM [15].....	54
OBRÁZEK 43 STARÁ ČERPACLA [15]	63
OBRÁZEK 44 TECHNICKÝ LIST 1/2 (ZDROJ: WWW.ENGLISH.POMPENTECHNIEK.COM)	64
OBRÁZEK 45 TECHNICKÝ LIST 2/2 (ZDROJ: WWW.ENGLISH.POMPENTECHNIEK.COM)	65
OBRÁZEK 46 NOVÉ ČERPACLO [15]	66
OBRÁZEK 47 CHARAKTERISTIKA NOVÉHO ČERPACLA (ZDROJ: WWW.VAGNERPOOL.COM)	67

9. SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 POROVNÁNÍ HODINOVÝCH SPOTŘEB ČERPADEL [14].....	46
TABULKA 2 POROVNÁNÍ DENNÍCH SPOTŘEB ČERPADEL [14].....	50

10. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA – STARÁ ČERPADLA



Obrázek 43 Stará čerpadla [15]

Z recirkulačního okruhu brouzdaliště vyjmutá stará čerpadla, na nichž probíhalo měření.

11. PŘÍLOHA – TYPOVÝ LIST STARÉHO ČERPADLA



Hoogeindsestraat 5
 NL - 5447 PD Rijkevoort
 Nederland
 T : +31 (0) 485 - 371318
 F : +31 (0) 485 - 371918
 info@pompentechniek.nl
 www.pompentechniek.nl

leo 25.3.2015, 13:58:47

Argonaut Pump

Swimming Pool

Argonaut Pump



The New Generation of Swimming Pool Pumps

Your best choice for small to medium sized pools. Incorporating many technical features that ensure high performance, durability and reliability.

Mechanical Seal
 The seal fitted on the Argonaut Pool Pump is suitable for a wide range of applications including chlorine, bromine, iodine and sea

water (if flushed through with fresh water on shut down).

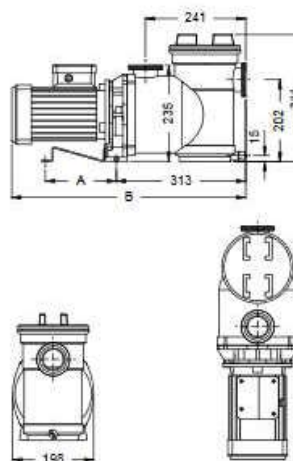
Shaft
 Stainless steel AISI 316.

- Modern compact design
- Polypropylene tank high chemical resistance
- 1 & 3-phase plus 2-speed version
- Maintenance friendly
- Self priming up to 3m
- Clear tank cover and large strainer basket
- Silent running
- Totally enclosed IPX5 motor
- 2 3/4" BSP thread on both inlet and outlet

Argonaut Dimensions

1-Phase	A	B
AV50-2DN-S	144	533
AV75-2DN-S	164	533
AV100-2DN-S	164	533
AV150-2DN-S	164	561
AV200-2DN-S	174	561
AV250-2DN-S	174	564
1-Phase / 2-Speed		
AV150-2DZ-S	174	566
AV200-2DZ-S	174	578
AV250-2DZ-S	174	580
3-Phase		
AV50-3DN-S	144	527
AV75-3DN-S	164	533
AV100-3DN-S	164	533
AV150-3DN-S	164	563
AV200-3DN-S	174	563
AV250-3DN-S	174	578

All dimensions in mm.



HydroAir



2008.05

Engineered for life

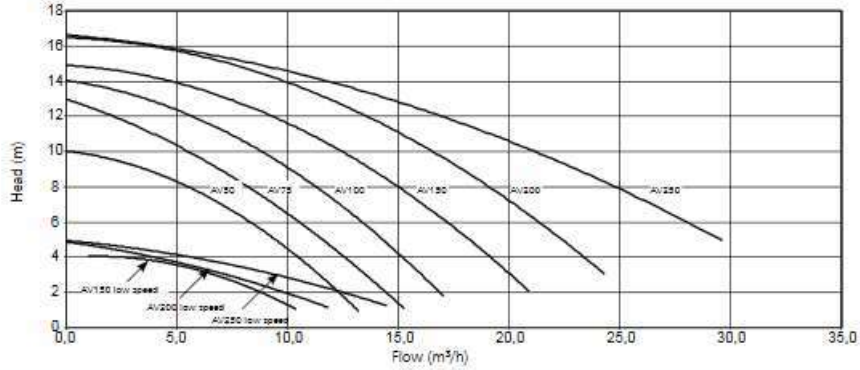
ITT HydroAir

Jansen Pompentechniek T: +31(0)485-371318 E: info@pompentechniek.nl

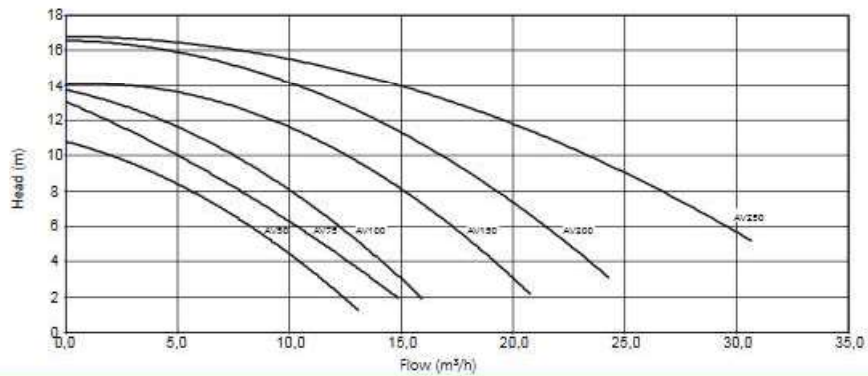
Obrázek 44 Technický list 1/2 (zdroj: www.english.pompentechniek.com)

Argonaut Pump

Argonaut 1-Phase Performance Curve



Argonaut 3-Phase Performance Curve



Model Overview

	P1		P2		V/Hz
	kW	HP	kW	HP	
Single Phase					
AV50-2DN-S	0.45	0.60	0.24	0.32	230/50
AV75-2DN-S	0.60	0.80	0.37	0.50	230/50
AV100-2DN-S	0.70	0.94	0.55	0.74	230/50
AV150-2DN-S	1.00	1.34	0.75	1.00	230/50
AV200-2DN-S	1.30	1.74	1.10	1.48	230/50
AV250-2DN-S	1.80	2.41	1.50	2.01	230/50
Single Phase / Two Speed					
AV150-2DZ-S	1.00	1.34	0.75	1.00	230/50
AV200-2DZ-S	1.30	1.74	1.10	1.48	230/50
AV250-2DZ-S	1.80	2.41	1.50	2.01	230/50
Three Phase					
AV50-3DN-S	0.45	0.60	0.24	0.32	400/50
AV75-3DN-S	0.60	0.80	0.37	0.50	400/50
AV100-3DN-S	0.70	0.94	0.55	0.74	400/50
AV150-3DN-S	1.00	1.34	0.75	1.00	400/50
AV200-3DN-S	1.30	1.74	1.10	1.48	400/50
AV250-3DN-S	1.80	2.41	1.50	2.01	400/50

Argonaut Spare Parts



- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. Clear lid cover | 9. Impeller |
| 2. Lid o-ring | 10. Seal assembly |
| 3. Strainer basket | 11. Body o-ring |
| 4. Tank | 12. Bracket |
| 5. Drain plug | 13. Motor foot |
| 6. Port o-ring | 14. Bracket / foot screw kit |
| 7. Diffuser o-ring | 15. Motor |
| 8. Diffuser | 16. Slinger washer |
| | 17. Motor-screw kit |
| | 18. Fan cover |
| | 19. Fan |
| | 20. Capacitor |

ITT HydroAir · Roustvej 50 · DK-6800 Varde · Tel. (+45) 75 22 46 88 · Fax (+45) 75 22 52 45 · www.hydroair.dk · hydroair.dk@hydroair.dk

Jansen Pompentechniek T: +31(0)485-371318 E: info@pompentechniek.nl

Obrázek 45 Technický list 2/2 (zdroj: www.english.pompentechniek.com)

12. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA – NOVÉ ČERPADLO



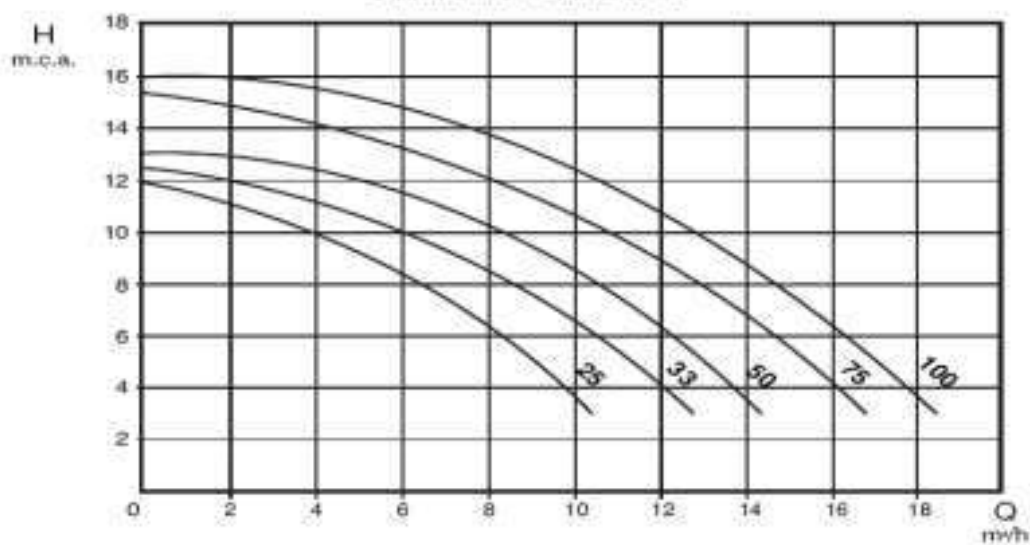
Obrázek 46 Nové čerpadlo [15]

Nové čerpadlo E – Winner 300 2,2 kW osazené v recirkulačním systému brouzdaliště.

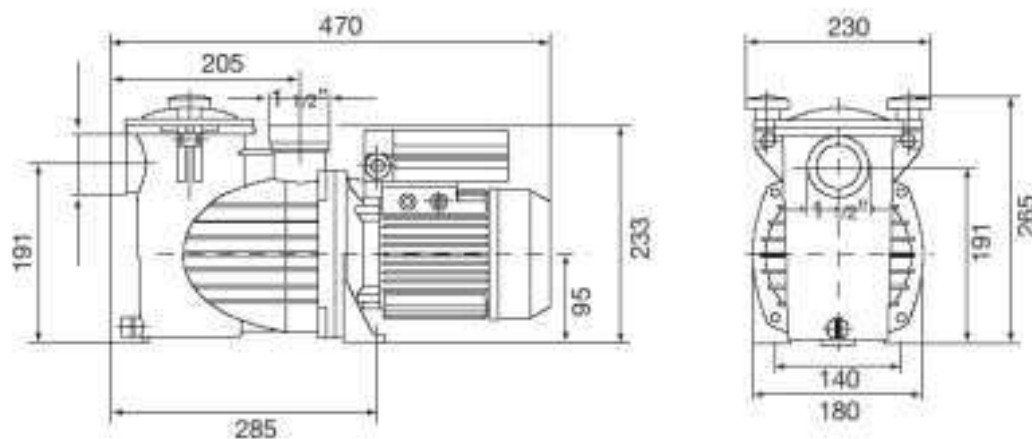
13. PŘÍLOHA – CHARAKTERISKA NOVÉHO ČERPADLA

PREVA

CHARAKTERISTIKY



ROZMĚRY



Typ	„Kg“	PVC armatura
25	11,6	Ø 50
33	11,6	Ø 50
50	11,6	Ø 50
75	12,6	Ø 50
100	12,6	Ø 50

Obrázek 47 Charakteristika nového čerpadla (zdroj: www.vagnerpool.com)

14. PŘÍLOHA - TABULKA HODINOVÝ SPOTŘEB

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
16.11.2019	10	1531	0
16.11.2019	11	1554	0
16.11.2019	12	1561	0
16.11.2019	13	1558	0
16.11.2019	14	1534	0
16.11.2019	15	1547	0
16.11.2019	16	1549	0
16.11.2019	17	1517	0
16.11.2019	18	1547	0
16.11.2019	19	1560	0
16.11.2019	20	1562	0
16.11.2019	21	1567	0
16.11.2019	22	1575	0
16.11.2019	23	1555	0
17.11.2019	0	1575	0
17.11.2019	1	1576	0
17.11.2019	2	1576	0
17.11.2019	3	1572	0
17.11.2019	4	1576	0
17.11.2019	5	1542	0
17.11.2019	6	1569	0
17.11.2019	7	1564	0
17.11.2019	8	1556	0
17.11.2019	9	1552	0
17.11.2019	10	1525	0
17.11.2019	11	1544	0
17.11.2019	12	1551	0
17.11.2019	13	1550	0
17.11.2019	14	1522	0
17.11.2019	15	1543	0
17.11.2019	16	1545	0
17.11.2019	17	1544	0
17.11.2019	18	1511	0
17.11.2019	19	1546	0
17.11.2019	20	1554	0
17.11.2019	21	1558	0
17.11.2019	22	1562	0
17.11.2019	23	1538	0
18.11.2019	0	1567	0
18.11.2019	1	1563	0
18.11.2019	2	1553	0
18.11.2019	3	1562	0
18.11.2019	4	1527	0
18.11.2019	5	1554	0
18.11.2019	6	1559	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
18.11.2019	7	1547	0
18.11.2019	8	1542	0
18.11.2019	9	1511	0
18.11.2019	10	1547	0
18.11.2019	11	1550	0
18.11.2019	12	1551	0
18.11.2019	13	1557	0
18.11.2019	14	1531	0
18.11.2019	15	1550	0
18.11.2019	16	1560	0
18.11.2019	17	1553	0
18.11.2019	18	1541	0
18.11.2019	19	400	1249
18.11.2019	20	0	1683
18.11.2019	21	0	1684
18.11.2019	22	0	1681
18.11.2019	23	0	1684
19.11.2019	0	0	1685
19.11.2019	1	0	1654
19.11.2019	2	0	1683
19.11.2019	3	0	1681
19.11.2019	4	0	1674
19.11.2019	5	0	1673
19.11.2019	6	0	1673
19.11.2019	7	0	1663
19.11.2019	8	0	1636
19.11.2019	9	0	1664
19.11.2019	10	0	1666
19.11.2019	11	0	1667
19.11.2019	12	0	1673
19.11.2019	13	0	1670
19.11.2019	14	0	1641
19.11.2019	15	0	1667
19.11.2019	16	0	1670
19.11.2019	17	0	1671
19.11.2019	18	96	1667
19.11.2019	19	0	1679
19.11.2019	20	0	1684
19.11.2019	21	0	1650
19.11.2019	22	0	1681
19.11.2019	23	0	1684
20.11.2019	0	0	1681
20.11.2019	1	0	1683
20.11.2019	2	0	1683
20.11.2019	3	0	1680

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
20.11.2019	4	0	1646
20.11.2019	5	0	1671
20.11.2019	6	0	1671
20.11.2019	7	0	1666
20.11.2019	8	0	1667
20.11.2019	9	0	1663
20.11.2019	10	0	1636
20.11.2019	11	0	1662
20.11.2019	12	0	1661
20.11.2019	13	0	1665
20.11.2019	14	0	1664
20.11.2019	15	0	1662
20.11.2019	16	0	1664
20.11.2019	17	0	1637
20.11.2019	18	0	1667
20.11.2019	19	0	1673
20.11.2019	20	0	1680
20.11.2019	21	0	1676
20.11.2019	22	0	1674
20.11.2019	23	0	1650
21.11.2019	0	0	1677
21.11.2019	1	0	1680
21.11.2019	2	0	1674
21.11.2019	3	0	1676
21.11.2019	4	0	1670
21.11.2019	5	0	1665
21.11.2019	6	0	1638
21.11.2019	7	0	1665
21.11.2019	8	0	1666
21.11.2019	9	0	1673
21.11.2019	10	0	1670
21.11.2019	11	0	1669
21.11.2019	12	0	1641
21.11.2019	13	0	1672
21.11.2019	14	0	1666
21.11.2019	15	0	1666
21.11.2019	16	0	1673
21.11.2019	17	0	1668
21.11.2019	18	0	1666
21.11.2019	19	0	1665
21.11.2019	20	0	1641
21.11.2019	21	0	1668
21.11.2019	22	0	1667
21.11.2019	23	0	1663
22.11.2019	0	0	1662
22.11.2019	1	0	1665
22.11.2019	2	0	1634

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
22.11.2019	3	0	1664
22.11.2019	4	0	1657
22.11.2019	5	67	1655
22.11.2019	6	0	1661
22.11.2019	7	0	1660
22.11.2019	8	0	1655
22.11.2019	9	0	1628
22.11.2019	10	0	1656
22.11.2019	11	0	1654
22.11.2019	12	0	1656
22.11.2019	13	0	1658
22.11.2019	14	0	1657
22.11.2019	15	0	1628
22.11.2019	16	0	1660
22.11.2019	17	0	1664
22.11.2019	18	0	1664
22.11.2019	19	0	1668
22.11.2019	20	0	1655
22.11.2019	21	0	1666
22.11.2019	22	0	1640
22.11.2019	23	0	1671
23.11.2019	0	0	1673
23.11.2019	1	0	1676
23.11.2019	2	0	1671
23.11.2019	3	0	1673
23.11.2019	4	0	1644
23.11.2019	5	0	1670
23.11.2019	6	0	1668
23.11.2019	7	0	1661
23.11.2019	8	0	1654
23.11.2019	9	0	1651
23.11.2019	10	0	1622
23.11.2019	11	0	1655
23.11.2019	12	0	1655
23.11.2019	13	0	1654
23.11.2019	14	0	1653
23.11.2019	15	0	1651
23.11.2019	16	0	1649
23.11.2019	17	0	1650
23.11.2019	18	0	1621
23.11.2019	19	0	1653
23.11.2019	20	0	1658
23.11.2019	21	0	1658
23.11.2019	22	0	1661
23.11.2019	23	0	1667
24.11.2019	0	0	1663
24.11.2019	1	0	1634

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
24.11.2019	2	0	1662
24.11.2019	3	0	1665
24.11.2019	4	0	1663
24.11.2019	5	0	1662
24.11.2019	6	67	1634
24.11.2019	7	0	1657
24.11.2019	8	0	1647
24.11.2019	9	0	1647
24.11.2019	10	0	1647
24.11.2019	11	0	1644
24.11.2019	12	0	1644
24.11.2019	13	0	1620
24.11.2019	14	0	1648
24.11.2019	15	0	1640
24.11.2019	16	0	1643
24.11.2019	17	0	1644
24.11.2019	18	0	1645
24.11.2019	19	0	1620
24.11.2019	20	0	1652
24.11.2019	21	0	1654
24.11.2019	22	0	1663
24.11.2019	23	0	1659
25.11.2019	0	0	1658
25.11.2019	1	0	1656
25.11.2019	2	0	1631
25.11.2019	3	0	1659
25.11.2019	4	0	1647
25.11.2019	5	0	1646
25.11.2019	6	0	1648
25.11.2019	7	0	1616
25.11.2019	8	0	1643
25.11.2019	9	0	1641
25.11.2019	10	0	1639
25.11.2019	11	0	1637
25.11.2019	12	0	1642
25.11.2019	13	0	1641
25.11.2019	14	0	1614
25.11.2019	15	0	1640
25.11.2019	16	0	1643
25.11.2019	17	0	1645
25.11.2019	18	0	1654
25.11.2019	19	1159	419
25.11.2019	20	1562	0
25.11.2019	21	1539	0
25.11.2019	22	1575	0
25.11.2019	23	1576	0
26.11.2019	0	1570	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
26.11.2019	1	1578	0
26.11.2019	2	1545	0
26.11.2019	3	1570	0
26.11.2019	4	1561	0
26.11.2019	5	1551	0
26.11.2019	6	1553	0
26.11.2019	7	1550	0
26.11.2019	8	1542	0
26.11.2019	9	1523	0
26.11.2019	10	1551	0
26.11.2019	11	1550	0
26.11.2019	12	1529	0
26.11.2019	13	1560	0
26.11.2019	14	1560	0
26.11.2019	15	1555	0
26.11.2019	16	1554	0
26.11.2019	17	1543	0
26.11.2019	18	1524	0
26.11.2019	19	777	0
26.11.2019	20	449	6
26.11.2019	21	1585	0
26.11.2019	22	1562	0
26.11.2019	23	1583	0
27.11.2019	0	1589	0
27.11.2019	1	1588	0
27.11.2019	2	1586	0
27.11.2019	3	1585	0
27.11.2019	4	1569	0
27.11.2019	5	1549	0
27.11.2019	6	1433	91
27.11.2019	7	1580	0
27.11.2019	8	1554	0
27.11.2019	9	1574	0
27.11.2019	10	1573	0
27.11.2019	11	1570	0
27.11.2019	12	1551	0
27.11.2019	13	1579	0
27.11.2019	14	1575	0
27.11.2019	15	1577	0
27.11.2019	16	1577	0
27.11.2019	17	1578	0
27.11.2019	18	1580	0
27.11.2019	19	1557	0
27.11.2019	20	1595	0
27.11.2019	21	1576	0
27.11.2019	22	1583	0
27.11.2019	23	1586	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
28.11.2019	0	1587	0
28.11.2019	1	1563	0
28.11.2019	2	1590	0
28.11.2019	3	1582	0
28.11.2019	4	1580	0
28.11.2019	5	1573	0
28.11.2019	6	1538	0
28.11.2019	7	1555	0
28.11.2019	8	1583	0
28.11.2019	9	1577	0
28.11.2019	10	1575	0
28.11.2019	11	1568	0
28.11.2019	12	1571	0
28.11.2019	13	1553	0
28.11.2019	14	1568	0
28.11.2019	15	1571	0
28.11.2019	16	1568	0
28.11.2019	17	1576	0
28.11.2019	18	1579	0
28.11.2019	19	1550	0
28.11.2019	20	1593	0
28.11.2019	21	1576	0
28.11.2019	22	1577	0
28.11.2019	23	1584	0
29.11.2019	0	1553	0
29.11.2019	1	1586	0
29.11.2019	2	1584	0
29.11.2019	3	1579	0
29.11.2019	4	1576	0
29.11.2019	5	1538	0
29.11.2019	6	1584	0
29.11.2019	7	1160	447
29.11.2019	8	0	1686
29.11.2019	9	0	1330
29.11.2019	10	14	148
29.11.2019	11	969	835
29.11.2019	12	499	1148
29.11.2019	13	596	1013
29.11.2019	14	883	964
29.11.2019	15	272	1358
29.11.2019	16	0	1693
29.11.2019	17	0	1689
29.11.2019	18	0	1695
29.11.2019	19	0	1693
29.11.2019	20	0	1700
29.11.2019	21	0	1665
29.11.2019	22	0	1695

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
29.11.2019	23	0	1690
30.11.2019	0	0	1694
30.11.2019	1	0	1695
30.11.2019	2	0	1696
30.11.2019	3	0	1665
30.11.2019	4	0	1694
30.11.2019	5	0	1694
30.11.2019	6	0	1689
30.11.2019	7	0	1690
30.11.2019	8	0	1678
30.11.2019	9	0	1655
30.11.2019	10	0	1681
30.11.2019	11	0	1682
30.11.2019	12	0	1682
30.11.2019	13	0	1684
30.11.2019	14	0	1679
30.11.2019	15	0	1650
30.11.2019	16	0	1678
30.11.2019	17	0	1676
30.11.2019	18	0	1680
30.11.2019	19	0	1680
30.11.2019	20	0	1687
30.11.2019	21	0	1684
30.11.2019	22	0	1662
30.11.2019	23	0	1693
01.12.2019	0	0	1690
01.12.2019	1	0	1691
01.12.2019	2	0	1687
01.12.2019	3	0	1664
01.12.2019	4	0	1693
01.12.2019	5	0	1686
01.12.2019	6	0	1690
01.12.2019	7	0	1686
01.12.2019	8	0	1683
01.12.2019	9	0	1650
01.12.2019	10	0	1674
01.12.2019	11	0	1679
01.12.2019	12	0	1678
01.12.2019	13	0	1682
01.12.2019	14	0	1678
01.12.2019	15	0	1643
01.12.2019	16	0	1675
01.12.2019	17	0	1675
01.12.2019	18	0	1678
01.12.2019	19	0	1678
01.12.2019	20	0	1684
01.12.2019	21	0	1689

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
01.12.2019	22	0	1661
01.12.2019	23	0	1692
02.12.2019	0	0	1683
02.12.2019	1	0	1687
02.12.2019	2	0	1690
02.12.2019	3	0	1683
02.12.2019	4	0	1655
02.12.2019	5	0	1674
02.12.2019	6	0	1685
02.12.2019	7	0	1686
02.12.2019	8	0	1677
02.12.2019	9	0	1679
02.12.2019	10	0	1705
02.12.2019	11	62	1617
02.12.2019	12	0	1679
02.12.2019	13	0	1678
02.12.2019	14	0	1679
02.12.2019	15	0	1678
02.12.2019	16	0	1680
02.12.2019	17	0	1685
02.12.2019	18	0	1657
02.12.2019	19	0	1682
02.12.2019	20	0	1692
02.12.2019	21	0	1690
02.12.2019	22	0	1687
02.12.2019	23	0	1685
03.12.2019	0	0	1659
03.12.2019	1	0	1690
03.12.2019	2	0	1687
03.12.2019	3	0	1684
03.12.2019	4	0	1684
03.12.2019	5	0	1679
03.12.2019	6	0	1684
03.12.2019	7	0	1658
03.12.2019	8	0	1682
03.12.2019	9	0	1681
03.12.2019	10	0	1682
03.12.2019	11	55	1707
03.12.2019	12	0	1759
03.12.2019	13	0	1726
03.12.2019	14	0	1755
03.12.2019	15	0	1752
03.12.2019	16	0	1758
03.12.2019	17	0	1757
03.12.2019	18	0	1760
03.12.2019	19	0	1733
03.12.2019	20	0	1771

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
03.12.2019	21	0	1768
03.12.2019	22	0	1764
03.12.2019	23	0	1762
04.12.2019	0	0	1767
04.12.2019	1	0	1735
04.12.2019	2	0	1760
04.12.2019	3	0	1763
04.12.2019	4	0	1759
04.12.2019	5	0	1751
04.12.2019	6	0	1761
04.12.2019	7	0	1756
04.12.2019	8	0	1728
04.12.2019	9	0	1751
04.12.2019	10	0	1754
04.12.2019	11	0	1753
04.12.2019	12	0	1744
04.12.2019	13	0	1744
04.12.2019	14	0	1744
04.12.2019	15	0	1714
04.12.2019	16	0	1743
04.12.2019	17	0	1744
04.12.2019	18	0	1744
04.12.2019	19	0	1750
04.12.2019	20	0	1752
04.12.2019	21	0	1717
04.12.2019	22	0	1745
04.12.2019	23	0	1749
05.12.2019	0	0	1746
05.12.2019	1	0	1747
05.12.2019	2	0	1745
05.12.2019	3	0	1746
05.12.2019	4	0	1711
05.12.2019	5	0	1737
05.12.2019	6	0	1740
05.12.2019	7	0	1742
05.12.2019	8	0	1737
05.12.2019	9	0	1737
05.12.2019	10	0	1704
05.12.2019	11	0	1738
05.12.2019	12	0	1737
05.12.2019	13	0	1738
05.12.2019	14	0	1738
05.12.2019	15	0	1707
05.12.2019	16	0	1741
05.12.2019	17	0	1741
05.12.2019	18	0	1742
05.12.2019	19	0	1747

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
05.12.2019	20	0	1754
05.12.2019	21	0	1742
05.12.2019	22	0	1719
05.12.2019	23	0	1749
06.12.2019	0	0	1745
06.12.2019	1	0	1747
06.12.2019	2	0	1746
06.12.2019	3	0	1746
06.12.2019	4	0	1744
06.12.2019	5	0	1708
06.12.2019	6	0	1742
06.12.2019	7	0	1743
06.12.2019	8	0	1746
06.12.2019	9	0	1738
06.12.2019	10	0	1709
06.12.2019	11	0	1743
06.12.2019	12	0	1745
06.12.2019	13	0	1743
06.12.2019	14	0	1743
06.12.2019	15	1203	412
06.12.2019	16	1592	0
06.12.2019	17	1592	0
06.12.2019	18	1572	0
06.12.2019	19	1596	0
06.12.2019	20	1607	0
06.12.2019	21	1609	0
06.12.2019	22	1567	0
06.12.2019	23	1598	0
07.12.2019	0	1595	0
07.12.2019	1	1600	0
07.12.2019	2	1601	0
07.12.2019	3	1598	0
07.12.2019	4	1571	0
07.12.2019	5	1598	0
07.12.2019	6	1589	0
07.12.2019	7	1583	0
07.12.2019	8	1553	0
07.12.2019	9	1582	0
07.12.2019	10	1589	0
07.12.2019	11	1593	0
07.12.2019	12	1599	0
07.12.2019	13	1599	0
07.12.2019	14	1574	0
07.12.2019	15	1592	0
07.12.2019	16	1595	0
07.12.2019	17	1597	0
07.12.2019	18	1601	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
07.12.2019	19	1603	0
07.12.2019	20	1565	0
07.12.2019	21	1594	0
07.12.2019	22	1590	0
07.12.2019	23	1595	0
08.12.2019	0	1600	0
08.12.2019	1	1576	0
08.12.2019	2	1598	0
08.12.2019	3	1596	0
08.12.2019	4	1597	0
08.12.2019	5	1597	0
08.12.2019	6	1594	0
08.12.2019	7	1591	0
08.12.2019	8	1555	0
08.12.2019	9	1579	0
08.12.2019	10	1574	0
08.12.2019	11	1584	0
08.12.2019	12	1580	0
30.11.2019	13	1580	0
08.12.2019	14	1573	0
08.12.2019	15	1545	0
08.12.2019	16	1572	0
08.12.2019	17	1574	0
08.12.2019	18	1577	0
08.12.2019	19	1576	0
08.12.2019	20	1557	0
08.12.2019	21	1586	0
08.12.2019	22	1592	0
08.12.2019	23	1594	0
09.12.2019	0	1595	0
09.12.2019	1	1567	0
09.12.2019	2	1598	0
09.12.2019	3	1591	0
09.12.2019	4	1589	0
09.12.2019	5	1572	0
09.12.2019	6	1583	0
09.12.2019	7	1586	0
09.12.2019	8	1556	0
09.12.2019	9	1576	0
09.12.2019	10	1575	0
09.12.2019	11	1579	0
09.12.2019	12	1579	0
09.12.2019	13	1557	0
09.12.2019	14	1575	0
09.12.2019	15	1572	0
09.12.2019	16	1583	0
09.12.2019	17	1580	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
09.12.2019	18	1596	0
09.12.2019	19	1564	0
09.12.2019	20	1604	0
09.12.2019	21	1589	0
09.12.2019	22	1591	0
09.12.2019	23	1589	0
10.12.2019	0	1590	0
10.12.2019	1	1567	0
10.12.2019	2	1587	0
10.12.2019	3	1587	0
10.12.2019	4	1583	0
10.12.2019	5	1544	0
10.12.2019	6	1581	0
10.12.2019	7	1574	0
10.12.2019	8	1577	0
10.12.2019	9	1569	0
10.12.2019	10	1543	0
10.12.2019	11	1572	0
10.12.2019	12	1572	0
10.12.2019	13	1577	0
10.12.2019	14	1581	0
10.12.2019	15	1551	0
10.12.2019	16	1581	0
10.12.2019	17	1585	0
10.12.2019	18	1591	0
10.12.2019	19	1591	0
10.12.2019	20	1596	0
10.12.2019	21	1572	0
10.12.2019	22	1589	0
10.12.2019	23	1584	0
11.12.2019	0	1591	0
11.12.2019	1	1589	0
11.12.2019	2	1564	0
11.12.2019	3	1588	0
11.12.2019	4	1578	0
11.12.2019	5	1573	0
11.12.2019	6	1585	0
11.12.2019	7	1586	0
11.12.2019	8	1582	0
11.12.2019	9	1553	0
11.12.2019	10	1577	0
11.12.2019	11	1582	53
11.12.2019	12	1581	0
11.12.2019	13	1582	0
11.12.2019	14	1555	0
11.12.2019	15	1578	0
11.12.2019	16	1582	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
11.12.2019	17	1584	0
11.12.2019	18	1589	0
11.12.2019	19	1591	0
11.12.2019	20	1576	0
11.12.2019	21	1599	0
11.12.2019	22	1591	0
11.12.2019	23	1588	0
12.12.2019	0	1592	0
12.12.2019	1	1561	0
12.12.2019	2	1588	0
12.12.2019	3	1588	0
12.12.2019	4	1590	0
12.12.2019	5	1576	0
12.12.2019	6	1585	0
12.12.2019	7	1556	0
12.12.2019	8	1575	0
12.12.2019	9	1576	0
12.12.2019	10	1568	0
12.12.2019	11	1567	49
12.12.2019	12	1549	0
12.12.2019	13	1576	0
12.12.2019	14	1575	0
12.12.2019	15	1573	0
12.12.2019	16	1575	0
12.12.2019	17	1576	0
12.12.2019	18	1556	0
12.12.2019	19	1585	0
12.12.2019	20	1592	0
12.12.2019	21	1581	0
12.12.2019	22	1580	0
12.12.2019	23	1557	0
13.12.2019	0	1589	0
13.12.2019	1	1586	0
13.12.2019	2	1586	0
13.12.2019	3	1585	0
13.12.2019	4	1579	0
13.12.2019	5	1573	0
13.12.2019	6	1555	0
13.12.2019	7	1573	0
13.12.2019	8	1567	0
13.12.2019	9	1576	0
13.12.2019	10	1573	0
13.12.2019	11	1571	0
13.12.2019	12	1548	0
13.12.2019	13	1576	0
13.12.2019	14	1570	0
13.12.2019	15	399	1247

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
13.12.2019	16	0	1677
13.12.2019	17	0	1679
13.12.2019	18	0	1687
13.12.2019	19	0	1655
13.12.2019	20	0	1691
13.12.2019	21	0	1683
13.12.2019	22	0	1680
13.12.2019	23	0	1685
14.12.2019	0	0	1685
14.12.2019	1	0	1684
14.12.2019	2	0	1647
14.12.2019	3	0	1685
14.12.2019	4	0	1682
14.12.2019	5	0	1677
14.12.2019	6	0	1650
14.12.2019	7	0	1673
14.12.2019	8	0	1670
14.12.2019	9	0	1672
14.12.2019	10	0	1669
14.12.2019	11	0	1666
14.12.2019	12	0	1670
14.12.2019	13	0	1643
14.12.2019	14	0	1670
14.12.2019	15	0	1666
14.12.2019	16	0	1665
14.12.2019	17	0	1666
14.12.2019	18	0	1664
14.12.2019	19	0	1642
14.12.2019	20	0	1672
14.12.2019	21	0	1677
14.12.2019	22	0	1680
14.12.2019	23	0	1681
15.12.2019	0	0	1678
15.12.2019	1	0	1682
15.12.2019	2	0	1681
15.12.2019	3	0	1653
15.12.2019	4	0	1682
15.12.2019	5	0	1677
15.12.2019	6	0	1674
15.12.2019	7	0	1673
15.12.2019	8	0	1638
15.12.2019	9	0	1665
15.12.2019	10	0	1665
15.12.2019	11	0	1667
15.12.2019	12	0	1667
15.12.2019	13	0	1665
15.12.2019	14	0	1638

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
15.12.2019	15	0	1664
15.12.2019	16	0	1664
15.12.2019	17	0	1659
15.12.2019	18	0	1664
15.12.2019	19	0	1672
15.12.2019	20	0	1643
15.12.2019	21	0	1674
15.12.2019	22	0	1675
15.12.2019	23	0	1681
16.12.2019	0	0	1680
16.12.2019	1	0	1679
16.12.2019	2	0	1653
16.12.2019	3	0	1678
16.12.2019	4	0	1673
16.12.2019	5	0	1665
16.12.2019	6	0	1640
16.12.2019	7	0	1671
16.12.2019	8	0	1644
16.12.2019	9	0	1670
16.12.2019	10	0	1668
16.12.2019	11	0	1669
16.12.2019	12	0	1673
16.12.2019	13	0	1671
16.12.2019	14	0	1668
16.12.2019	15	0	1639
16.12.2019	16	0	1674
16.12.2019	17	0	1670
16.12.2019	18	0	1677
16.12.2019	19	0	1681
16.12.2019	20	0	1679
16.12.2019	21	0	1674
16.12.2019	22	0	1651
16.12.2019	23	0	1680
17.12.2019	0	0	1681
17.12.2019	1	0	1679
17.12.2019	2	0	1681
17.12.2019	3	0	1678
17.12.2019	4	0	1673
17.12.2019	5	0	1639
17.12.2019	6	0	1673
17.12.2019	7	0	1675
17.12.2019	8	0	1675
17.12.2019	9	0	1667
17.12.2019	10	0	1670
17.12.2019	11	0	1667
17.12.2019	12	0	1641
17.12.2019	13	0	1659

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
17.12.2019	14	0	1658
17.12.2019	15	0	1656
17.12.2019	16	0	1660
17.12.2019	17	0	1631
17.12.2019	18	0	1642
17.12.2019	19	331	53
17.12.2019	20	655	0
17.12.2019	21	16	1356
17.12.2019	22	0	1682
17.12.2019	23	0	1685
18.12.2019	0	0	1685
18.12.2019	1	0	1660
18.12.2019	2	0	1687
18.12.2019	3	0	1686
18.12.2019	4	0	1680
18.12.2019	5	0	1677
18.12.2019	6	10	820
18.12.2019	7	0	1280
18.12.2019	8	0	864
18.12.2019	9	0	0
18.12.2019	10	0	0
18.12.2019	11	0	0
18.12.2019	12	0	0
18.12.2019	13	0	0
18.12.2019	14	0	0
18.12.2019	15	0	0
18.12.2019	16	0	0
18.12.2019	17	0	0
18.12.2019	18	0	0
18.12.2019	19	0	0
18.12.2019	20	0	0
18.12.2019	21	0	0
18.12.2019	22	0	0
18.12.2019	23	0	0
19.12.2019	0	0	0
19.12.2019	1	0	0
19.12.2019	2	0	0
19.12.2019	3	0	0
19.12.2019	4	0	0
19.12.2019	5	0	0
19.12.2019	6	0	0
19.12.2019	7	0	0
19.12.2019	8	0	0
19.12.2019	9	0	0
19.12.2019	10	0	0
19.12.2019	11	0	0
19.12.2019	12	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
19.12.2019	13	0	0
19.12.2019	14	0	0
19.12.2019	15	0	0
19.12.2019	16	0	0
19.12.2019	17	0	0
19.12.2019	18	0	0
19.12.2019	19	0	0
19.12.2019	20	0	0
19.12.2019	21	0	0
19.12.2019	22	0	0
19.12.2019	23	0	0
20.12.2019	0	0	0
20.12.2019	1	0	0
20.12.2019	2	0	0
20.12.2019	3	0	0
20.12.2019	4	0	0
20.12.2019	5	0	0
20.12.2019	6	0	0
20.12.2019	7	0	0
20.12.2019	8	0	0
20.12.2019	9	0	0
20.12.2019	10	0	0
20.12.2019	11	0	65
20.12.2019	12	0	0
20.12.2019	13	0	0
20.12.2019	14	0	0
20.12.2019	15	0	0
20.12.2019	16	0	0
20.12.2019	17	0	0
20.12.2019	18	0	0
20.12.2019	19	0	0
20.12.2019	20	0	0
20.12.2019	21	0	0
20.12.2019	22	0	0
20.12.2019	23	0	0
21.12.2019	0	0	0
21.12.2019	1	0	0
21.12.2019	2	0	0
21.12.2019	3	0	0
21.12.2019	4	0	0
21.12.2019	5	0	0
21.12.2019	6	0	95
21.12.2019	7	0	0
21.12.2019	8	0	0
21.12.2019	9	0	0
21.12.2019	10	0	0
21.12.2019	11	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
21.12.2019	12	0	0
21.12.2019	13	0	0
21.12.2019	14	0	0
21.12.2019	15	0	0
21.12.2019	16	0	0
21.12.2019	17	0	0
21.12.2019	18	0	0
21.12.2019	19	0	0
21.12.2019	20	0	0
21.12.2019	21	0	0
21.12.2019	22	0	0
21.12.2019	23	0	0
22.12.2019	0	0	0
22.12.2019	1	0	0
22.12.2019	2	0	0
22.12.2019	3	0	0
22.12.2019	4	0	0
22.12.2019	5	0	93
22.12.2019	6	0	0
22.12.2019	7	0	0
22.12.2019	8	0	0
22.12.2019	9	0	0
22.12.2019	10	0	0
22.12.2019	11	0	0
22.12.2019	12	0	733
22.12.2019	13	0	1673
22.12.2019	14	0	1669
22.12.2019	15	0	1663
22.12.2019	16	0	1668
22.12.2019	17	0	1640
22.12.2019	18	0	1669
22.12.2019	19	0	1672
22.12.2019	20	0	1674
22.12.2019	21	0	1678
22.12.2019	22	0	1681
22.12.2019	23	0	1682
23.12.2019	0	0	1654
23.12.2019	1	0	1681
23.12.2019	2	0	1682
23.12.2019	3	0	1680
23.12.2019	4	0	1679
23.12.2019	5	0	1645
23.12.2019	6	0	1676
23.12.2019	7	0	1672
23.12.2019	8	0	1666
23.12.2019	9	0	1669
23.12.2019	10	0	1674

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
23.12.2019	11	0	1678
23.12.2019	12	0	1650
23.12.2019	13	0	1678
23.12.2019	14	0	1676
23.12.2019	15	0	1676
23.12.2019	16	0	1678
23.12.2019	17	0	1678
23.12.2019	18	0	1678
23.12.2019	19	0	1655
23.12.2019	20	0	1673
23.12.2019	21	0	1674
23.12.2019	22	0	1677
23.12.2019	23	0	1678
24.12.2019	0	0	1679
24.12.2019	1	0	1652
24.12.2019	2	0	1681
24.12.2019	3	0	1678
24.12.2019	4	0	1677
24.12.2019	5	0	1673
24.12.2019	6	0	1677
24.12.2019	7	0	1673
24.12.2019	8	0	1644
24.12.2019	9	0	1671
24.12.2019	10	0	1663
24.12.2019	11	0	1666
24.12.2019	12	0	1664
24.12.2019	13	0	1665
24.12.2019	14	0	1665
24.12.2019	15	0	1636
24.12.2019	16	0	1658
24.12.2019	17	0	1666
24.12.2019	18	0	1669
24.12.2019	19	0	1674
24.12.2019	20	0	1670
24.12.2019	21	0	1641
24.12.2019	22	0	1673
24.12.2019	23	0	1670
25.12.2019	0	0	1675
25.12.2019	1	0	1674
25.12.2019	2	0	1676
25.12.2019	3	0	1644
25.12.2019	4	0	1671
25.12.2019	5	0	1664
25.12.2019	6	0	1665
25.12.2019	7	0	1665
25.12.2019	8	0	1635
25.12.2019	9	0	1664

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
25.12.2019	10	0	1659
25.12.2019	11	0	1657
25.12.2019	12	0	1661
25.12.2019	13	0	1661
25.12.2019	14	0	1654
25.12.2019	15	0	1629
25.12.2019	16	0	1011
25.12.2019	17	0	0
25.12.2019	18	0	0
25.12.2019	19	0	0
25.12.2019	20	0	0
25.12.2019	21	0	0
25.12.2019	22	0	0
25.12.2019	23	0	0
26.12.2019	0	0	0
26.12.2019	1	0	0
26.12.2019	2	0	0
26.12.2019	3	0	0
26.12.2019	4	0	0
26.12.2019	5	0	0
26.12.2019	6	0	88
26.12.2019	7	0	0
26.12.2019	8	0	0
26.12.2019	9	0	0
26.12.2019	10	0	0
26.12.2019	11	0	0
26.12.2019	12	0	0
26.12.2019	13	0	0
26.12.2019	14	0	40
26.12.2019	15	0	0
26.12.2019	16	0	0
26.12.2019	17	0	0
26.12.2019	18	0	0
26.12.2019	19	0	0
26.12.2019	20	0	0
26.12.2019	21	0	0
26.12.2019	22	0	0
26.12.2019	23	0	0
27.12.2019	0	0	0
27.12.2019	1	0	0
27.12.2019	2	0	0
27.12.2019	3	0	0
27.12.2019	4	0	0
27.12.2019	5	0	0
27.12.2019	6	0	0
27.12.2019	7	0	0
27.12.2019	8	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
27.12.2019	9	0	0
27.12.2019	10	0	0
27.12.2019	11	0	0
27.12.2019	12	0	0
27.12.2019	13	0	0
27.12.2019	14	0	0
27.12.2019	15	0	0
27.12.2019	16	0	0
27.12.2019	17	0	0
27.12.2019	18	0	0
27.12.2019	19	0	0
27.12.2019	20	0	0
27.12.2019	21	0	0
27.12.2019	22	0	0
27.12.2019	23	0	0
28.12.2019	0	0	0
28.12.2019	1	0	0
28.12.2019	2	0	0
28.12.2019	3	0	0
28.12.2019	4	0	0
28.12.2019	5	0	0
28.12.2019	6	0	0
28.12.2019	7	0	0
28.12.2019	8	0	0
28.12.2019	9	0	0
28.12.2019	10	0	0
28.12.2019	11	0	0
28.12.2019	12	0	0
28.12.2019	13	0	0
28.12.2019	14	0	0
28.12.2019	15	0	0
28.12.2019	16	0	0
28.12.2019	17	0	0
28.12.2019	18	0	0
28.12.2019	19	0	0
28.12.2019	20	0	0
28.12.2019	21	0	0
28.12.2019	22	0	0
28.12.2019	23	0	0
29.12.2019	0	0	0
29.12.2019	1	0	0
29.12.2019	2	0	0
29.12.2019	3	0	0
29.12.2019	4	0	0
29.12.2019	5	0	0
29.12.2019	6	0	0
29.12.2019	7	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
29.12.2019	8	0	0
29.12.2019	9	0	0
29.12.2019	10	0	0
29.12.2019	11	0	0
29.12.2019	12	0	0
29.12.2019	13	0	0
29.12.2019	14	0	0
29.12.2019	15	0	0
29.12.2019	16	0	0
29.12.2019	17	0	0
29.12.2019	18	0	0
29.12.2019	19	0	0
29.12.2019	20	0	0
29.12.2019	21	0	0
29.12.2019	22	0	0
29.12.2019	23	0	0
30.12.2019	0	0	0
30.12.2019	1	0	0
30.12.2019	2	0	0
30.12.2019	3	0	0
30.12.2019	4	0	0
30.12.2019	5	0	0
30.12.2019	6	0	0
30.12.2019	7	0	0
30.12.2019	8	0	0
30.12.2019	9	0	0
30.12.2019	10	0	71
30.12.2019	11	0	0
30.12.2019	12	0	0
30.12.2019	13	0	0
30.12.2019	14	0	0
30.12.2019	15	0	0
30.12.2019	16	0	0
30.12.2019	17	0	0
30.12.2019	18	0	0
30.12.2019	19	0	0
30.12.2019	20	0	0
30.12.2019	21	0	0
30.12.2019	22	0	0
30.12.2019	23	0	0
31.12.2019	0	0	0
31.12.2019	1	0	0
31.12.2019	2	0	0
31.12.2019	3	0	0
31.12.2019	4	0	0
31.12.2019	5	0	0
31.12.2019	6	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
31.12.2019	7	0	0
31.12.2019	8	0	0
31.12.2019	9	0	0
31.12.2019	10	0	85
31.12.2019	11	0	0
31.12.2019	12	0	0
31.12.2019	13	0	0
31.12.2019	14	0	0
31.12.2019	15	0	0
31.12.2019	16	0	0
31.12.2019	17	0	0
31.12.2019	18	0	0
31.12.2019	19	0	0
31.12.2019	20	0	0
31.12.2019	21	0	0
31.12.2019	22	0	0
31.12.2019	23	0	0
01.01.2020	0	0	0
01.01.2020	1	0	0
01.01.2020	2	0	0
01.01.2020	3	0	0
01.01.2020	4	0	0
01.01.2020	5	0	0
01.01.2020	6	0	0
01.01.2020	7	0	0
01.01.2020	8	0	0
01.01.2020	9	0	0
01.01.2020	10	0	0
01.01.2020	11	0	0
01.01.2020	12	0	0
01.01.2020	13	0	0
01.01.2020	14	0	0
01.01.2020	15	0	0
01.01.2020	16	0	680
01.01.2020	17	0	1637
01.01.2020	18	0	1664
01.01.2020	19	0	1665
01.01.2020	20	0	1668
01.01.2020	21	0	1669
01.01.2020	22	0	1671
01.01.2020	23	0	1674
02.01.2020	0	0	1646
02.01.2020	1	0	1673
02.01.2020	2	0	1671
02.01.2020	3	0	1668
02.01.2020	4	0	1672
02.01.2020	5	0	1666

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
02.01.2020	6	0	1639
02.01.2020	7	0	1661
02.01.2020	8	0	1660
02.01.2020	9	0	1661
02.01.2020	10	0	1659
02.01.2020	11	0	1666
02.01.2020	12	0	1669
02.01.2020	13	0	1642
02.01.2020	14	0	1669
02.01.2020	15	0	1668
02.01.2020	16	0	1667
02.01.2020	17	0	1668
02.01.2020	18	0	1667
02.01.2020	19	0	1645
02.01.2020	20	0	1668
02.01.2020	21	0	1665
02.01.2020	22	0	1669
02.01.2020	23	0	1666
03.01.2020	0	0	1669
03.01.2020	1	0	1668
03.01.2020	2	0	1642
03.01.2020	3	0	1666
03.01.2020	4	0	1667
03.01.2020	5	0	1659
03.01.2020	6	0	1611
03.01.2020	7	0	1660
03.01.2020	8	0	1634
03.01.2020	9	0	1666
03.01.2020	10	0	1665
03.01.2020	11	0	1661
03.01.2020	12	0	1664
03.01.2020	13	0	1636
03.01.2020	14	0	1662
03.01.2020	15	0	1661
03.01.2020	16	0	1659
03.01.2020	17	0	1663
03.01.2020	18	0	1666
03.01.2020	19	0	1670
03.01.2020	20	0	1633
03.01.2020	21	0	1660
03.01.2020	22	0	1661
03.01.2020	23	0	1667
04.01.2020	0	0	1663
04.01.2020	1	0	1669
04.01.2020	2	0	1667
04.01.2020	3	0	1640
04.01.2020	4	0	1665

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
04.01.2020	5	0	1664
04.01.2020	6	0	1666
04.01.2020	7	0	1661
04.01.2020	8	0	1656
04.01.2020	9	0	1627
04.01.2020	10	0	1648
04.01.2020	11	0	1653
04.01.2020	12	0	1654
04.01.2020	13	0	1650
04.01.2020	14	0	1651
04.01.2020	15	0	1619
04.01.2020	16	0	1649
04.01.2020	17	0	1649
04.01.2020	18	0	1646
04.01.2020	19	0	1647
04.01.2020	20	0	1656
04.01.2020	21	0	1659
04.01.2020	22	0	1631
04.01.2020	23	0	1659
05.01.2020	0	0	1660
05.01.2020	1	0	1656
05.01.2020	2	0	1659
05.01.2020	3	0	1662
05.01.2020	4	0	1630
05.01.2020	5	0	1657
05.01.2020	6	0	1658
05.01.2020	7	0	1658
05.01.2020	8	0	1653
05.01.2020	9	0	1653
05.01.2020	10	0	1650
05.01.2020	11	0	1622
05.01.2020	12	0	1650
05.01.2020	13	0	1651
05.01.2020	14	0	1647
05.01.2020	15	0	1646
05.01.2020	16	0	1646
05.01.2020	17	0	1643
05.01.2020	18	0	1612
05.01.2020	19	0	1645
05.01.2020	20	0	1649
05.01.2020	21	0	1649
05.01.2020	22	0	1660
05.01.2020	23	0	1663
06.01.2020	0	0	1665
06.01.2020	1	0	1633
06.01.2020	2	0	1663
06.01.2020	3	0	1660

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
06.01.2020	4	0	1656
06.01.2020	5	0	1653
06.01.2020	6	0	1658
06.01.2020	7	0	1627
06.01.2020	8	0	1647
06.01.2020	9	0	1649
06.01.2020	10	0	1653
06.01.2020	11	0	1663
06.01.2020	12	0	1662
06.01.2020	13	0	1628
06.01.2020	14	0	1657
06.01.2020	15	0	1654
06.01.2020	16	0	1656
06.01.2020	17	0	1661
06.01.2020	18	0	1657
06.01.2020	19	0	1661
06.01.2020	20	0	1662
06.01.2020	21	0	1628
06.01.2020	22	0	1658
06.01.2020	23	0	1658
07.01.2020	0	0	1656
07.01.2020	1	0	1657
07.01.2020	2	0	1660
07.01.2020	3	0	1631
07.01.2020	4	0	1656
07.01.2020	5	0	1651
07.01.2020	6	0	1647
07.01.2020	7	0	1646
07.01.2020	8	0	1643
07.01.2020	9	0	1614
07.01.2020	10	0	1643
07.01.2020	11	0	1650
07.01.2020	12	0	1650
07.01.2020	13	0	1650
07.01.2020	14	0	1647
07.01.2020	15	0	1655
07.01.2020	16	0	1623
07.01.2020	17	0	1650
07.01.2020	18	0	1653
07.01.2020	19	0	1208
07.01.2020	20	0	0
07.01.2020	21	0	0
07.01.2020	22	0	0
07.01.2020	23	0	0
08.01.2020	0	0	0
08.01.2020	1	0	0
08.01.2020	2	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
08.01.2020	3	0	0
08.01.2020	4	0	0
08.01.2020	5	0	0
08.01.2020	6	0	0
08.01.2020	7	0	0
08.01.2020	8	0	0
08.01.2020	9	0	0
08.01.2020	10	0	0
08.01.2020	11	0	0
08.01.2020	12	0	0
08.01.2020	13	0	60
08.01.2020	14	0	0
08.01.2020	15	0	0
08.01.2020	16	0	0
08.01.2020	17	0	0
08.01.2020	18	0	0
08.01.2020	19	0	0
08.01.2020	20	0	0
08.01.2020	21	0	0
08.01.2020	22	0	0
08.01.2020	23	0	0
09.01.2020	0	0	0
09.01.2020	1	0	0
09.01.2020	2	0	0
09.01.2020	3	0	0
09.01.2020	4	0	0
09.01.2020	5	0	0
09.01.2020	6	0	0
09.01.2020	7	0	0
09.01.2020	8	0	0
09.01.2020	9	0	0
09.01.2020	10	0	0
09.01.2020	11	0	0
09.01.2020	12	0	54
09.01.2020	13	0	0
09.01.2020	14	0	0
09.01.2020	15	0	0
09.01.2020	16	0	0
09.01.2020	17	0	0
09.01.2020	18	0	0
09.01.2020	19	0	0
09.01.2020	20	0	0
09.01.2020	21	0	0
09.01.2020	22	0	0
09.01.2020	23	0	0
10.01.2020	0	0	0
10.01.2020	1	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
10.01.2020	2	0	0
10.01.2020	3	0	0
10.01.2020	4	0	0
10.01.2020	5	0	0
10.01.2020	6	0	113
10.01.2020	7	0	1670
10.01.2020	8	0	1668
10.01.2020	9	0	1663
10.01.2020	10	0	1665
10.01.2020	11	0	1634
10.01.2020	12	0	1666
10.01.2020	13	0	1664
10.01.2020	14	0	1653
10.01.2020	15	0	1663
10.01.2020	16	0	1663
10.01.2020	17	0	1664
10.01.2020	18	0	1666
10.01.2020	19	0	1637
10.01.2020	20	0	1669
10.01.2020	21	0	1662
10.01.2020	22	0	1666
10.01.2020	23	0	1664
11.01.2020	0	0	1663
11.01.2020	1	0	1663
11.01.2020	2	0	1630
11.01.2020	3	0	1654
11.01.2020	4	0	1658
11.01.2020	5	0	1651
11.01.2020	6	0	1655
11.01.2020	7	0	1472
11.01.2020	8	0	1402
11.01.2020	9	0	1426
11.01.2020	10	0	1426
11.01.2020	11	0	1424
11.01.2020	12	0	1424
11.01.2020	13	0	1427
11.01.2020	14	0	1422
11.01.2020	15	0	1418
11.01.2020	16	0	1418
11.01.2020	17	0	1390
11.01.2020	18	0	1411
11.01.2020	19	0	1636
11.01.2020	20	0	1646
11.01.2020	21	0	1649
11.01.2020	22	0	1650
11.01.2020	23	0	1558
12.01.2020	0	0	1433

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
12.01.2020	1	0	1438
12.01.2020	2	0	1436
12.01.2020	3	0	1434
12.01.2020	4	0	1440
12.01.2020	5	0	1439
12.01.2020	6	0	1440
12.01.2020	7	0	1411
12.01.2020	8	0	1431
12.01.2020	9	0	1426
12.01.2020	10	0	1425
12.01.2020	11	0	1424
12.01.2020	12	0	1427
12.01.2020	13	0	1421
12.01.2020	14	0	1397
12.01.2020	15	0	1421
12.01.2020	16	0	1412
12.01.2020	17	0	1409
12.01.2020	18	0	1409
12.01.2020	19	0	1436
12.01.2020	20	0	1426
12.01.2020	21	0	1428
12.01.2020	22	0	1434
12.01.2020	23	0	1410
13.01.2020	0	0	1435
13.01.2020	1	0	1435
13.01.2020	2	0	1437
13.01.2020	3	0	1433
13.01.2020	4	0	1430
13.01.2020	5	0	1424
13.01.2020	6	0	1425
13.01.2020	7	0	1425
13.01.2020	8	0	1410
13.01.2020	9	0	1424
13.01.2020	10	0	1426
13.01.2020	11	0	1425
13.01.2020	12	0	1428
13.01.2020	13	0	1432
13.01.2020	14	0	1432
13.01.2020	15	0	1428
13.01.2020	16	0	1407
13.01.2020	17	0	1432
13.01.2020	18	0	1439
13.01.2020	19	0	1436
13.01.2020	20	0	1440
13.01.2020	21	0	1433
13.01.2020	22	0	1434
13.01.2020	23	0	1439

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
14.01.2020	0	0	1440
14.01.2020	1	0	1413
14.01.2020	2	0	1437
14.01.2020	3	0	1438
14.01.2020	4	0	1435
14.01.2020	5	0	1425
14.01.2020	6	0	1444
14.01.2020	7	0	1434
14.01.2020	8	0	1407
14.01.2020	9	0	1435
14.01.2020	10	0	1436
14.01.2020	11	0	1433
14.01.2020	12	0	1434
14.01.2020	13	0	1440
14.01.2020	14	0	1442
14.01.2020	15	0	1438
14.01.2020	16	0	1437
14.01.2020	17	0	1415
14.01.2020	18	0	1440
14.01.2020	19	0	1446
14.01.2020	20	0	1471
14.01.2020	21	0	1441
14.01.2020	22	0	1443
14.01.2020	23	0	1443
15.01.2020	0	0	1444
15.01.2020	1	0	1422
15.01.2020	2	0	1445
15.01.2020	3	0	1445
15.01.2020	4	0	1440
15.01.2020	5	0	1435
15.01.2020	6	0	1441
15.01.2020	7	0	1439
15.01.2020	8	0	1437
15.01.2020	9	0	1412
15.01.2020	10	0	1434
15.01.2020	11	0	1436
15.01.2020	12	0	1435
15.01.2020	13	0	1438
15.01.2020	14	0	1429
15.01.2020	15	0	1432
15.01.2020	16	0	1431
15.01.2020	17	0	1414
15.01.2020	18	0	1433
15.01.2020	19	0	1436
15.01.2020	20	0	1434
15.01.2020	21	0	1431
15.01.2020	22	0	1433

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
15.01.2020	23	0	1435
16.01.2020	0	0	1437
16.01.2020	1	0	1411
16.01.2020	2	0	1436
16.01.2020	3	0	1436
16.01.2020	4	0	1429
16.01.2020	5	0	1423
16.01.2020	6	0	1424
16.01.2020	7	0	1406
16.01.2020	8	0	1427
16.01.2020	9	0	1427
16.01.2020	10	0	1424
16.01.2020	11	0	1425
16.01.2020	12	0	1428
16.01.2020	13	0	1425
16.01.2020	14	0	1405
16.01.2020	15	0	1425
16.01.2020	16	0	1428
16.01.2020	17	0	1431
16.01.2020	18	0	1453
16.01.2020	19	0	1437
16.01.2020	20	0	1435
16.01.2020	21	0	1429
16.01.2020	22	0	1412
16.01.2020	23	0	1437
17.01.2020	0	0	1436
17.01.2020	1	0	1434
17.01.2020	2	0	1436
17.01.2020	3	0	1437
17.01.2020	4	0	1404
17.01.2020	5	0	1425
17.01.2020	6	0	1429
17.01.2020	7	0	1434
17.01.2020	8	0	1436
17.01.2020	9	0	1430
17.01.2020	10	0	1428
17.01.2020	11	0	1434
17.01.2020	12	0	1418
17.01.2020	13	0	1437
17.01.2020	14	0	1440
17.01.2020	15	0	1437
17.01.2020	16	0	1440
17.01.2020	17	0	1438
17.01.2020	18	0	1441
17.01.2020	19	0	1441
17.01.2020	20	0	1414
17.01.2020	21	0	1440

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
17.01.2020	22	0	1439
17.01.2020	23	0	1442
18.01.2020	0	0	1444
18.01.2020	1	0	1446
18.01.2020	2	0	1445
18.01.2020	3	0	1441
18.01.2020	4	0	1444
18.01.2020	5	0	1417
18.01.2020	6	0	1440
18.01.2020	7	0	1437
18.01.2020	8	0	1427
18.01.2020	9	0	1424
18.01.2020	10	0	1420
18.01.2020	11	0	1425
18.01.2020	12	0	1423
18.01.2020	13	0	1423
18.01.2020	14	0	1400
18.01.2020	15	0	1421
18.01.2020	16	0	1419
18.01.2020	17	0	1417
18.01.2020	18	0	1420
18.01.2020	19	0	1417
18.01.2020	20	0	1423
18.01.2020	21	0	1425
18.01.2020	22	0	1403
18.01.2020	23	0	1430
19.01.2020	0	0	1424
19.01.2020	1	0	1431
19.01.2020	2	0	1432
19.01.2020	3	0	1431
19.01.2020	4	0	1429
19.01.2020	5	0	1471
19.01.2020	6	0	1630
19.01.2020	7	0	1631
19.01.2020	8	0	1490
19.01.2020	9	0	0
19.01.2020	10	0	0
19.01.2020	11	0	0
19.01.2020	12	0	0
19.01.2020	13	0	0
19.01.2020	14	0	0
19.01.2020	15	0	0
19.01.2020	16	0	659
19.01.2020	17	0	1622
19.01.2020	18	0	1621
19.01.2020	19	0	1595
19.01.2020	20	0	1630

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
19.01.2020	21	0	1630
19.01.2020	22	0	1635
19.01.2020	23	0	1629
20.01.2020	0	0	1634
20.01.2020	1	0	1635
20.01.2020	2	0	1607
20.01.2020	3	0	1632
20.01.2020	4	0	1627
20.01.2020	5	0	1623
20.01.2020	6	0	1618
20.01.2020	7	0	1616
20.01.2020	8	0	1592
20.01.2020	9	0	1624
20.01.2020	10	0	1624
20.01.2020	11	0	1628
20.01.2020	12	0	1628
20.01.2020	13	0	1624
20.01.2020	14	0	1593
20.01.2020	15	0	1615
20.01.2020	16	0	1626
20.01.2020	17	0	1620
20.01.2020	18	0	1619
20.01.2020	19	0	1633
20.01.2020	20	0	1629
20.01.2020	21	0	1630
20.01.2020	22	0	1604
20.01.2020	23	0	1635
21.01.2020	0	0	1636
21.01.2020	1	0	1635
21.01.2020	2	0	1632
21.01.2020	3	0	1634
21.01.2020	4	0	1600
21.01.2020	5	0	1625
21.01.2020	6	0	1628
21.01.2020	7	0	1622
21.01.2020	8	0	1622
21.01.2020	9	0	1616
21.01.2020	10	0	1590
21.01.2020	11	0	1619
21.01.2020	12	0	1619
21.01.2020	13	0	1629
21.01.2020	14	0	1632
21.01.2020	15	0	1623
21.01.2020	16	0	1623
21.01.2020	17	0	1593
21.01.2020	18	0	1628
21.01.2020	19	0	1627

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
21.01.2020	20	0	1634
21.01.2020	21	0	1629
21.01.2020	22	0	1629
21.01.2020	23	0	1603
22.01.2020	0	0	1635
22.01.2020	1	0	1632
22.01.2020	2	0	1633
22.01.2020	3	0	1629
22.01.2020	4	0	1628
22.01.2020	5	0	1626
22.01.2020	6	0	1602
22.01.2020	7	0	1624
22.01.2020	8	0	1629
22.01.2020	9	0	1627
22.01.2020	10	0	1624
22.01.2020	11	0	1630
22.01.2020	12	0	1589
22.01.2020	13	0	1617
22.01.2020	14	0	1625
22.01.2020	15	0	1627
22.01.2020	16	0	1628
22.01.2020	17	0	1626
22.01.2020	18	0	1627
22.01.2020	19	0	1632
22.01.2020	20	0	1606
22.01.2020	21	0	1632
22.01.2020	22	0	1631
22.01.2020	23	0	1634
23.01.2020	0	0	1625
23.01.2020	1	0	1633
23.01.2020	2	0	1625
23.01.2020	3	0	1604
23.01.2020	4	0	1629
23.01.2020	5	0	1629
23.01.2020	6	0	1626
23.01.2020	7	0	1633
23.01.2020	8	0	1599
23.01.2020	9	0	1633
23.01.2020	10	0	1638
23.01.2020	11	0	1624
23.01.2020	12	0	1623
23.01.2020	13	0	1624
23.01.2020	14	0	1622
23.01.2020	15	0	1592
23.01.2020	16	0	1626
23.01.2020	17	0	1617
23.01.2020	18	0	1622

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
23.01.2020	19	0	1629
23.01.2020	20	0	1625
23.01.2020	21	0	1625
23.01.2020	22	0	1591
23.01.2020	23	0	1620
24.01.2020	0	0	1621
24.01.2020	1	0	1621
24.01.2020	2	0	1621
24.01.2020	3	0	1616
24.01.2020	4	0	1625
24.01.2020	5	0	1589
24.01.2020	6	0	1621
24.01.2020	7	0	1619
24.01.2020	8	0	1619
24.01.2020	9	0	1617
24.01.2020	10	0	1615
24.01.2020	11	0	1595
24.01.2020	12	0	1619
24.01.2020	13	0	1623
24.01.2020	14	0	1620
24.01.2020	15	0	1624
24.01.2020	16	0	1622
24.01.2020	17	0	1626
24.01.2020	18	0	1600
24.01.2020	19	0	1628
24.01.2020	20	0	1620
24.01.2020	21	0	1622
24.01.2020	22	0	1618
24.01.2020	23	0	1626
25.01.2020	0	0	1598
25.01.2020	1	0	1626
25.01.2020	2	0	1628
25.01.2020	3	0	1627
25.01.2020	4	0	1625
25.01.2020	5	0	1625
25.01.2020	6	0	1622
25.01.2020	7	0	1589
25.01.2020	8	0	1612
25.01.2020	9	0	1611
25.01.2020	10	0	1613
25.01.2020	11	0	1613
25.01.2020	12	0	1617
25.01.2020	13	0	1618
25.01.2020	14	0	1587
25.01.2020	15	0	1612
25.01.2020	16	0	1610
25.01.2020	17	0	1609

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
25.01.2020	18	0	1611
25.01.2020	19	0	1609
25.01.2020	20	0	1616
25.01.2020	21	0	1586
25.01.2020	22	0	1618
25.01.2020	23	0	1616
26.01.2020	0	0	1620
26.01.2020	1	0	1620
26.01.2020	2	0	1619
26.01.2020	3	0	1594
26.01.2020	4	0	1616
26.01.2020	5	0	1619
26.01.2020	6	0	1618
26.01.2020	7	0	1609
26.01.2020	8	0	1605
26.01.2020	9	0	1604
26.01.2020	10	0	1577
26.01.2020	11	0	1602
26.01.2020	12	0	1604
26.01.2020	13	0	1605
26.01.2020	14	0	1601
26.01.2020	15	0	1601
26.01.2020	16	0	964
26.01.2020	17	0	0
26.01.2020	18	0	0
26.01.2020	19	0	0
26.01.2020	20	0	0
26.01.2020	21	0	0
26.01.2020	22	0	0
26.01.2020	23	0	0
27.01.2020	0	0	0
27.01.2020	1	0	0
27.01.2020	2	0	0
27.01.2020	3	0	0
27.01.2020	4	0	0
27.01.2020	5	0	0
27.01.2020	6	0	0
27.01.2020	7	0	0
27.01.2020	8	0	0
27.01.2020	9	0	0
27.01.2020	10	0	0
27.01.2020	11	0	68
27.01.2020	12	0	0
27.01.2020	13	0	0
27.01.2020	14	0	0
27.01.2020	15	0	0
27.01.2020	16	0	0

Datum	Hodina	Hodinové spotřeby [Wh]	
		čerpadlo 1	čerpadlo 2
27.01.2020	17	0	0
27.01.2020	18	0	0
27.01.2020	19	0	0
27.01.2020	20	0	0
27.01.2020	21	0	0
27.01.2020	22	0	0
27.01.2020	23	0	0
28.01.2020	0	0	0
28.01.2020	1	0	0
28.01.2020	2	0	0
28.01.2020	3	0	0
28.01.2020	4	0	0
28.01.2020	5	0	0
28.01.2020	6	0	0
28.01.2020	7	0	0
28.01.2020	8	0	0
28.01.2020	9	0	0
28.01.2020	10	0	0
28.01.2020	11	0	0
28.01.2020	12	0	0
28.01.2020	13	0	0
28.01.2020	14	0	0
28.01.2020	15	0	1014
28.01.2020	16	0	1591
28.01.2020	17	0	1622
28.01.2020	18	0	1526
28.01.2020	19	0	911
28.01.2020	20	0	0
28.01.2020	21	0	0
28.01.2020	22	0	808
28.01.2020	23	0	1598
29.01.2020	0	0	1571
29.01.2020	1	0	1594
29.01.2020	2	0	1592
29.01.2020	3	0	1594
29.01.2020	4	0	1592
29.01.2020	5	0	1579
29.01.2020	6	0	1591
29.01.2020	7	0	1565
29.01.2020	8	0	1579
29.01.2020	9	0	1579
29.01.2020	10	0	1578
29.01.2020	11	0	1577
29.01.2020	12	0	1577