

**Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta**

**Obnovitelné zdroje energie v praxi
Vodní elektrárny na Labi**

2017

Jana Sedláková

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Katedra technických předmětů

Obnovitelné zdroje energie v praxi
Vodní elektrárny na Labi

Diplomová práce

Autor: Jana Sedláková
Studijní program: N7504 Učitelství pro střední školy
Studijní obor: Učitelství pro střední školy - informatika
Učitelství pro střední školy - základy techniky
Vedoucí práce: doc. PaedDr. René Drtina, Ph.D.
Oponent práce: Ing. Jan Chromý, Ph.D.



Zadání diplomové práce

Autor:	Jana Sedláková
Studium:	P14P0423
Studijní program:	N7504 Učitelství pro střední školy
Studijní obor:	Učitelství pro střední školy - informatika
Název diplomové práce:	Obnovitelné zdroje energie v praxi - Vodní elektrárny na Labi
Název diplomové práce AJ:	The Renewable Energy Sources in Practice - Hydroelectric power plants on the Elbe

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Diplomová práce bude navazovat na bakalářskou práci Jakuba Vacha: Možnosti využití vodní energie v ČR. Cílem diplomové práce (příp. prací) je popsat technické řešení všech 64 vodních elektráren na toku řeky Labe na území ČR, s obrazovou a video dokumentací. Pro každý energetický zdroj se předpokládá základní popis technického řešení s podrobnými parametry použitých strojů (turbíny, generátory) a průměrný energetický zisk za kalendářní rok. Předpokládá se, že práce bude mít textově-obrazový charakter velkého rozsahu, s velkým počtem obrazových příloh a videozáznamů a bude využitelná jako doplňkový obrazový materiál ve výuce předmětu PT041/PT541 - Obnovitelné zdroje energie a jejich aplikace. Jedním ze základních požadavků na formální stránku je jednotný grafický styl veškerého obrazového materiálu, a to i v případě dílčích zadání. Fotografie ve standardním obrazovém formátu 3:2, rozlišení min. 3 600 × 2 400 px, elektronicky uloženo ve vysoké kvalitě formátu JPG a bezkompresním formátu RAW (ARW, apod.). Videospoty ve formátu MPEG2 (DVD5), primární záznamy AVI D1/DV PAL 4:3 (prokládané, 720×576 px (1,067), 25 fps, zvuk PCM 16 bit/48 kHz). Doplňkové obrazové materiály stažené z internetu mohou být uvedeny v samostatné příloze.

HÁJEK, G. Vodní motory, vodní energie a její využití - vodní díla, vodní kola a turbíny, montáž a montáž a provoz turbin, hydroelektrárny. Praha. Práce. 1951. HÝBL, J. Vodní motory. Edice Česká matice technická. Praha. VTN. 1950-1951. SEQUENS, E. Atlas zařízení využívajících obnovitelné zdroje energie. České Budějovice. Calla. 2008. HALAMOVÁ, O. Domácí elektrárny do 100 kW. Hradec Králové. SVK. 1996. MOTLÍK, J. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice. Praha. ČEZ. 2007. ISBN 978-80-239-8823-9. ČEZ. Energie pro každého - Energie z obnovitelných zdrojů. Praha. Repro-media. 1993-1995. Archivní zdroje Povodí Labe. Archivní zdroje ČEZ.

Garantující pracoviště: Katedra technických předmětů,
Pedagogická fakulta

Vedoucí práce: doc. PaedDr. René Drtina, Ph.D.

Oponent: Ing. Jan Chromý, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 12.12.2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala pod vedením vedoucího diplomové práce samostatně a uvedla jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne

Poděkování

Děkuji paní Elišce Charvátové z Povodí Labe za veškeré poskytnuté materiály a rady a všem majitelům, provozovatelům a správcům elektráren, kteří mi umožnili vstup do elektráren, provedli mě a nechali udělat fotografie.

Anotace

SEDLÁKOVÁ, Jana. *Obnovitelné zdroje energie v praxi – Vodní elektrárny na Labi*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2017. 96 s. Diplomová práce.

Práce souhrnně popisuje vodní elektrárny na Labi počínaje vodní elektrárnou Březhrad u Hradce Králové (GPS: 50°09'39.6"N, 15°48'30.2"E) po státní hranici v Hřensku (GPS: 50°85'92.49"N, 14°22'38.75"E), kde Labe vtéká do Německa. Práce obsahuje podrobný popis jednotlivých elektráren a fotodokumentaci.

Klíčová slova: malá vodní elektrárna, Labe, vodní dílo, turbína, výkon.

Annotation

SEDLÁKOVÁ, Jana. *The Renewable Energy Sources in Practice – Hydroelectric power plants on the Elbe*. Hradec Králové: Faculty of Education, Universtiy of Hradec Králové, 2017. 96 pp. Diploma Degree Thesis.

The thesis summarizes the hydroelectric power plants at the Elbe river, starting with the Březhrad hydro-electric power station near to the Hradec Králové (GPS: 50°09'39.6"N, 15°48'30.2"E) along the state border in Hřensko (GPS: 50°85'92.49"N, 14°22'38.75"E), where the Elbe flows into the Germany. The work contains detailed description of individual power plants and photographic documentation.

Keywords: small hydropower plant, Elbe, waterwork, turbine, power.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	12
ÚVOD	14
1 Základní informace o vodní energii	15
2 MVE Březhrad	17
3 MVE Pardubice	20
4 MVE Srnojedy	23
5 MVE Přelouč	25
6 MVE Týnec nad Labem	29
7 MVE Veletov	32
8 MVE Kolín	35
9 MVE Klavary	38
10 MVE Velký Osek	41
11 MVE Poděbrady	44
12 MVE Nymburk	47
13 MVE Kostomlátky	50
14 MVE Lysá nad Labem	54
15 MVE Hradištko	57
16 MVE Čelákovice	60
17 MVE Brandýs nad Labem	63
18 MVE Kostelec nad Labem	66
19 MVE Lobkovice	69
20 MVE Obříství	71
21 MVE Liběchov	74
22 MVE Štětí - Račice	77
23 MVE Roudnice nad Labem	80
24 MVE České Kopisty	83
25 MVE Lovosice - Píšťany	86
26 VE Střekov	90
ZÁVĚR	94
POUŽITÉ ZDROJE	95
PŘÍLOHA A - DVD S FOTOGRAFICKOU DOKUMENTACÍ	

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Poloha MVE Březhrad	17
Obr.2 MVE Březhrad	17
Obr.3 Poloha MVE Pardubice	20
Obr.4 MVE Pardubice	20
Obr.5 Poloha MVE Srnojedy	23
Obr.6 MVE Srnojedy	23
Obr.7 Poloha MVE Přelouč	25
Obr.8 MVE Přelouč	25
Obr.9 Strojovna MVE Přelouč	26
Obr.10 Pohled na Kaplanovu turbínu ve spodní části strojovny	26
Obr.11 Poloha MVE Týnec nad Labem	29
Obr.12 MVE Týnec nad Labem (výtok z elektrárny)	29
Obr.13 MVE Týnec nad Labem (přítokový kanál)	30
Obr.14 Poloha MVE Veletov	32
Obr.15 MVE Veletov	32
Obr.16 Poloha MVE Kolín	35
Obr.17 MVE Kolín	35
Obr.18 Strojovna MVE Kolín - pohled na dvě ze sedmi Kaplanových turbín	36
Obr.19 Poloha MVE Klavary	38
Obr.20 MVE Klavary	38
Obr.21 Poloha MVE Velký Osek	41
Obr.22 MVE Velký Osek	41
Obr.23 Strojovna MVE Velký Osek – pohled na dvě Kaplanovy turbíny	42
Obr.24 Poloha MVE Poděbrady	44
Obr.25 MVE Poděbrady	44
Obr.26 Poloha komplexu MVE Nymburk	47
Obr.27 MVE Nymburk	47
Obr.28 Poloha MVE Kostomlátky	50
Obr.29 MVE Kostomlátky	50
Obr.30 Strojovna MVE Kostomlátky	51
Obr.31 Pohled na turbínu ve spodní části strojovny	51
Obr.32 Poloha MVE Lysá nad Labem	54
Obr.33 MVE Lysá nad Labem	54
Obr.34 Poloha MVE Hradištko	57
Obr.35 MVE Hradištko	57
Obr.36 Poloha MVE Čelákovice	60
Obr.37 MVE Čelákovice	60
Obr.38 Generátor ve strojovně MVE Čelákovice	61
Obr.39 Poloha MVE Brandýs nad Labem	63
Obr.40 MVE Brandýs nad Labem	63
Obr.41 Poloha MVE Kostelec nad Labem	66

Obr.42 MVE Kostelec nad Labem	66
Obr.43 Poloha MVE Lobkovice	69
Obr.44 MVE Lobkovice	69
Obr.45 Poloha MVE Obříství	71
Obr.46 MVE Obříství	71
Obr.47 Pohled na část strojovny pod turbínami	72
Obr.48 Poloha MVE Liběchov	74
Obr.49 MVE Liběchov	74
Obr.50 Poloha MVE Štětí - Račice	77
Obr.51 MVE Štětí - Račice	77
Obr.52 Pohled na strojovnu pod Kaplanovými turbínami	78
Obr.53 Poloha MVE Roudnice nad Labem	80
Obr.54 MVE Roudnice nad Labem	80
Obr.55 Strojovna MVE Roudnice nad Labem	81
Obr.56 Poloha MVE České Kopisty	83
Obr.57 MVE České Kopisty	83
Obr.58 Poloha MVE Lovosice - Píšťany	86
Obr.59 MVE Lovosice - Píšťany	86
Obr.60 Strojovna MVE Lovosice - Píšťany	87
Obr.61 Poloha VE Střekov	90
Obr.62 VE Střekov	90
Obr.63 Pohled do strojovny na Kaplanovu turbínu	91

SEZNAM TABULEK

Tab.1 Základní parametry jezové zdrže MVE Březhrad	18
Tab.2 Parametry turbín MVE Březhrad	18
Tab.3 Základní parametry jezové zdrže MVE Pardubice	21
Tab.4 Parametry turbíny MVE Pardubice	21
Tab.5 Základní parametry jezové zdrže MVE Srnojedy	24
Tab.6 Parametry turbín MVE Srnojedy	24
Tab.7 Základní parametry jezové zdrže MVE Přelouč	27
Tab.8 Parametry turbín MVE Přelouč	27
Tab.9 Parametry turbín MVE Přelouč nainstalované v roce 2005	27
Tab.10 Základní parametry jezové zdrže MVE Týnec nad Labem	30
Tab.11 Parametry turbín MVE Týnec nad Labem	30
Tab.12 Základní parametry o plavební komoře MVE Veletov	33
Tab.13 Parametry turbíny MVE Veletov	33
Tab.14 Parametry turbíny MVE Starý Kolín	33
Tab.15 Parametry turbíny MVE Mlýn Veletov	33
Tab.16 Základní parametry jezové zdrže MVE Kolín	36
Tab.17 Parametry turbín MVE Kolín	36
Tab.18 Základní parametry jezové zdrže MVE Klavary	39
Tab.19 Parametry turbíny MVE Klavary	39
Tab.20 Základní parametry jezové zdrže MVE Velký Osek	42
Tab.21 Parametry turbín MVE Velký Osek	42
Tab.22 Základní parametry jezové zdrže MVE Poděbrady	45
Tab.23 Parametry turbíny MVE Poděbrady	45
Tab.24 Základní parametry jezové zdrže MVE Nymburk	48
Tab.25 Parametry turbíny MVE Nymburk	48
Tab.26 Parametry turbíny MVE Nymburk	48
Tab.27 Parametry turbíny MVE Nymburk	48
Tab.28 Základní parametry jezové zdrže MVE Kostomlátky	52
Tab.29 Parametr turbín MVE Kostomlátky	52
Tab.30 Základní parametry jezové zdrže MVE Lysá nad Labem	55
Tab.31 Parametry turbín MVE Lysá nad Labem	55
Tab.32 Základní parametry o jezové zdrži MVE Hradištko	58
Tab.33 Parametry turbín MVE Hradištko	58
Tab.34 Základní parametry jezové zdrže MVE Čelákovice	61
Tab.35 Parametry turbín MVE Čelákovice (v budově mlýna)	61
Tab.36 Parametry turbín MVE Čelákovice (v jalové propusti)	61
Tab.37 Základní parametry jezové zdrže MVE Brandýs nad Labem	64
Tab.38 parametry turbín MVE Brandýs nad Labem	64
Tab.39 Základní parametry jezové zdrže MVE Kostelec nad Labem	67
Tab.40 Parametry turbín MVE Kostelec nad Labem TG1 a TG2	67
Tab.41 Parametry turbíny MVE Kostelec nad Labem TG3	67

Tab.42 Základní parametry jezové zdrže MVE Lobkovice	70
Tab.43 Parametry turbín MVE Lobkovice	70
Tab.44 Základní parametry jezové zdrže MVE Obříství	72
Tab.45 Parametry turbín MVE Obříství	72
Tab.46 Základní parametry jezové zdrže MVE Dolní Liběchov	75
Tab.47 Parametry turbíny MVE Dolní Liběchov	75
Tab.48 Parametry jezové zdrže MVE Štětí - Račice	78
Tab.49 Parametry turbíny MVE Štětí - Račice	78
Tab.50 Základní parametry o jezové zdrži MVE Roudnice nad Labem	81
Tab.51 Parametry turbín MVE Roudnice nad Labem	81
Tab.52 Základní parametry jezové zdrže MVE České Kopisty	84
Tab.53 Parametry turbín MVE České Kopisty	84
Tab.54 Základní parametry jezové zdrže MVE Lovosice - Píšťany	87
Tab.55 Parametry turbíny MVE Lovosice - Píšťany	87
Tab.56 Základní parametry jezové zdrže VE Střekov	91
Tab.57 Parametry turbín VE Střekov	91

ÚVOD

Alternativní zdroje energie jsou budoucností a stanou se nevyhnutelnou součástí životů lidstva, protože dosavadní zdroje energie pomalu docházejí, je tedy jen otázkou času, kdy je bude nutné je naplno nahradit. Využívání alternativních zdrojů je známé už z dávných dob, už dlouho se i využívají (viz třeba vodní mlýny), ale zatím ne v takovém množství, aby to mohlo do budoucna pokrýt potřeby energie ve světě. Přesto v tom je velký potenciál, a to především ve vodní energii, protože z jednotlivých alternativních zdrojů energie je nejsnadněji a nejekologičtěji získatelná.

Za rok 2016 se podle údajů Energetického regulačního úřadu vyrobilo ve vodních elektrárnách 1 983 GWh elektřiny s tím, že celkový instalovaný výkon všech vodních elektráren v ČR byl 1 090,2 MW.

Řeka Labe je největší řeka České republiky a zároveň je jednou z největších řek Evropy. Pramení v Krkonoších v nadmořské výšce 1384 m n. m., v Hřensku v nadmořské výšce 115 m n. m. opouští Českou republiku a vtéká do Německa a u přístavu Cuxhaven (u Hamburgu) se pak vlévá do Severního moře. Celková délka Labe je 1 094 km, z toho na našem území je 370,74 km. Průtok v Labi se mění v závislosti na počasí nebo zimním období a je pravidelně sledován. Průtok se postupně směrem k hranici s Německem zvyšuje, a to především proto, že se na území ČR do Labe vlévá asi 15 řek a nespočet dalších potoků a potůčků. Zatímco u pramene má Labe průtok kolem 3 m³/s, u Děčína dosahuje hodnoty kolem 300 m³/s a v místě, kde ústí do Severního moře je asi trojnásobný.

Diplomová práce se zabývá popisem jednotlivých vodních děl na Labi od Březhradu (GPS: 50.160989, 15.808391) po poslední elektrárnu nacházející se před hranicemi s Německem - vodní elektrárnu Střekov v Ústí nad Labem (GPS: 50.638114, 14.047718). V práci je uveden podrobný popis vodních děl, povětšinou se jedná o tři části: jez, plavební komora a samotná vodní elektrárna.

V práci je popsáno celkem 25 vodních elektráren. Jednotlivé elektrárny jsou doplněny vybranou obrazovou dokumentací, další fotografie jsou k nalezení na DVD v příloze.

1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O VODNÍ ENERGII

Souvislosti mezi spotřebou energií a globálním oteplováním jsou známe již mnoho desítek let. Kromě klimatických změn dochází k rekordnímu růstu cen ropy a zemního plynu, neboť tyto zdroje již nestačí pokrývat naši spotřebu. Toto nás nutí najít co nejrychleji jiné alternativy těchto surovin. Řešením jsou obnovitelné (regenerativní) zdroje energie. Ty by mohly – již v průběhu několika desetiletí – komplexně nahradit naše současné zdroje energií. [1, s. 11]

Mezi alternativní zdroje energie řadíme také větrnou energii, energii biomasy, termální energii a sluneční energii. K nejdéle využívaným energetickým zdrojům patří ale vodní energie. Koloběh vody v přírodě je neustále se obnovujícím zdrojem energie a nejběžnější způsob jeho využívání představuje přeměna energie vodního toku v energii elektrickou. Právě takto získaná energie se jeví jako ekonomicky nejvýhodnější a způsob její výroby je navíc ekologicky čistý. V současné době se čím dál více objevují malé vodní elektrárny i na malých vodních tocích [2, s. 43].

Vodní elektrárny představují čistý zdroj energie, protože neznečišťují ovzduší, nedevasťují a neznečišťují krajinu, neznečišťují povrchové ani podzemní vody, jdou bezodpadové, jsou nezávislé na importu surovin ze zahraničí, jsou vysoce bezpečné pro široké oblasti, neničí trvale životní prostředí, zvyšují efektivnost elektrizační soustavy, přispívají k vyrovnávání změn na vodních tocích a v neposlední řadě vytvářejí nové možnosti pro revitalizaci dotčeného prostředí prokysličováním vodního toku. Za hlavní pozitivní ekologický aspekt lze také označit skutečnost, že každá kilowatthodina vyrobená v této elektrárně ušetří asi 1 kg uhlí v tepelné elektrárně [2, s. 56].

Vedle nejčastějšího a nejběžnějšího využívání energie stavbou nových MVE na vodních tocích se nabízejí i další možnosti pro získání energie. Jednou z možností je využití retenčních nádrží a rybníků, případně jiných akumulčních nádrží, kde je možnost získání vhodného rozdílu hladin s málo se měnícím spádem. Druhou možností je využití vodárenských objektů, vybudovaných pro účely zásobování pitnou nebo užitkovou vodou, kde je možno získat téměř konstantní vysoké spády s průtoky bez větších změn. V poslední řadě je možností rekonstrukce MVE se zastaralou technologií, což je více než polovina všech MVE [2, s. 46].

V České Republice mají obnovitelné zdroje cca 4% podíl na hrubé spotřebě el. energie, který je kryt převážně hydroenergetikou.

Rozlišení vodních elektráren a jejich technologie

Uspořádání vodních elektráren

- a) Průtočné elektrárny (říční) - jsou umístěné v přímém kontaktu s vodním tokem
- b) Derivační elektrárny - umístěné na uměle vytvořeném kanálu, kterým se po určitém úseku derivace vrací voda do původního toku
- c) Akumulační elektrárny (přehradové) - využívají vodní nádrže pro akumulční špičkový provoz
- d) Přčerpávací elektrárny - reverzní nebo třístrojové (čerpadlo, turbína, generátor)
- e) Vyrovnávací elektrárny - k vyrovnávání odtoků z akumulční elektrárny

Rozdělení vodních turbín

Podle způsobu přenosu energie vody rozlišujeme turbíny na:

- a) Rovnotlaké - akční turbíny
- b) Přetlakové - reakční turbíny

Z hlediska polohy hřídele oběžného kola rozlišujeme uspořádání turbín:

- a) Horizontální - vodorovné uložení
- b) Vertikální - svislá osa turbíny
- c) Šikmé - šikmá osa turbíny
- d) Tvaru S - provedení savky do tvaru S

Rozdělení hlavních typů nejpoužívanějších vodních strojů:

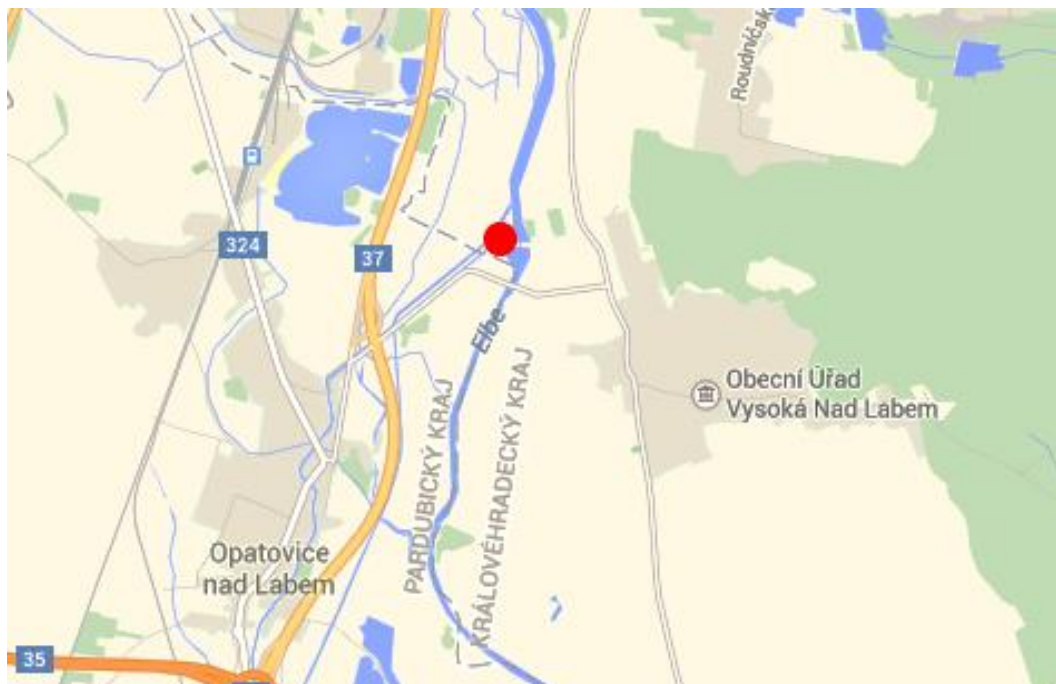
- a) Vodní kola (na spodní, střední a svrchní vodu)
 - 1) Korečník na horní vodu
 - 2) Korečník se zadním dopadem
 - 3) Lopatník s kulisou
 - 4) Lopatník s voletem
 - 5) Sagebienovo kolo
 - 6) Ponceletovo kolo
 - 7) Zuppingerovo kolo
 - 8) Stříkový hřebenáč
- b) Turbíny rovnotlaké
 - 1) Turbína Bánkiho (spády od 5 do 30 m) - regulace profilovanou klapkou s oběžným kolem na principu zdokonaleného vodního kola
 - 2) Turbína Peltonova (spády od 30 do 700 m) - paprsek vody proudí z dýzy, která je regulovaná pohybem jehly a dopadá na břit lopatky tvaru dvojité lžice rozdělené břitem
- c) Turbíny přetlakové
 - 1) Turbína Kaplanova a její modifikace (kašnové a spirální, od 1,2 do 50 m)
 - 2) Turbína Francisova s regulací rozvodného kola (od 10 do 70 m)
 - 3) Turbína Reifensteinova (od 10 do 30 m) - oběžné kolo typu Francis, s hranatou spirálou, regulace klapkou
 - 4) Turbína čerpadlová (od 10 do 100 m i více) - bez regulace
 - 5) Turbína vírová (pro extrémně nízké spády cca 1 - 3 m) - regulace otáček frekvenčním měničem

Uspořádání a typ vodní elektrárny má obvykle úzkou souvislost s použitím druhu turbosoustrojí. Turbíny reverzní a Peltonovy jsou umísťovány až na výjimky na přehradových a přečerpávacích elektrárnách.

Výkon turbíny je závislý na spádu, průtočném množství vody a účinnosti. Rozměrové provedení turbíny je závislé na průměru oběžného kola. Podle jeho velikosti se také určují všechny ostatní rozměry jednotlivých částí turbín [2, s. 52-53].

2 MVE BŘEZHRAD

Malá vodní elektrárna Březhrad se nachází po proudu řeky Labe od Hradce Králové jižně směrem na obec Opatovice nad Labem na říčním kilometru 987,863 a GPS souřadnicích 50.160989, 15.808391. Vlastníkem MVE je firma Vít a spol s.r.o.



Obr.1 Poloha MVE Březhrad
zpracováno podle [3]



Obr.2 MVE Březhrad

Tab.1 Základní parametry jezové zdrže MVE Březhrad [4]

celkový objem vody v jezové zdrži	700 000 m ³
plocha jezové zdrže	298 400 m ²
délka jezové zdrže	5 909 m

Tab.2 Parametry turbín MVE Březhrad [4]

typ turbín	3 × Kaplan KTE-16-M, kašnové
maximální průtok při spádu 2,35 m	3 × 11,35 = 34,05 m ³ /s
maximální výkon na svorkách generátoru	3 × 330 kW = 990 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pevného kamenného jezu, přivaděče, betonové propusti, strojovny, jalové propusti.

Jez

Pevný kamenný jez se nachází v říčním kilometru 152,498. Jez je zajištěn z horní i dolní vody ocelovými stěnami, šířka přelivné plochy jezu je 16,50 m, plocha před korunou je široká 6,50 m. Koruna jezu je v půdoryse lomená proti vodě. V koruně jezu jsou zhotoveny kapsy 11 × 11 cm, pro provizorní zahrazení části jezového tělesa v případě opravy nebo udržování přelivné hrany jezu.

Při pravém okraji bývalé vorové propusti je osazen rybí přechod šířky 0,80 m a délky 25 m.

Přivaděč

Nad jezem ve vzdálenosti 45 m od koruny odbočuje do pravého břehu přivaděč na malou vodní elektrárnu. Je řešen jako otevřené koryto lichoběžníkového profilu, se sklonem svahů 1:2 a šířkou ve dně 16,0-19,0 m. Vtokový objekt je železobetonový, rozdělený nosnými pilíři na pět polí se světlou šířkou po 4,0 m. Součástí tohoto objektu je normá stěna, k zabránění průtoku nečistot do vodního přivaděče na MVE. Normá stěna je opatřena pochůzkovou lávkou. Na normé stěně je osazena vodočetná lať. Hladinová regulace má čidlo pro snímání hladiny v pravé části normé stěny, umístěné v korytu řeky.

K udržování hladiny v bývalém Opatovickém kanálu slouží propustek propojující vodní přivaděč na MVE s tímto dílem. Před vtokem na MVE je vybudován nátokový objekt vybudovaný ze železobetonové konstrukce. Vtoková část je opatřena přejezdovou mostní konstrukcí sloužící příjezdu k jezu. Tato je ukotvena do opěrných stěn vtoku a dvou pilířů. Na vtokový objekt navazuje objekt MVE. Spodní část stavby, kde jsou osazeny turbíny, je plně podřízena technologickému zařízení, provedena ze železobetonu.

Strojovna

Strojovna je vybudována z betonových prefabrikátů vyzděných spárovým zdivem, střecha je z ocelových nosných oblouků pobitých dřevěnou konstrukcí a je chráněna šindelovou krytinou. Přírozené větrání MVE je řešeno světlíkem ve vrchní části střechy. MVE je osazena třemi turbínami typu Kaplan označených KTE-16-M. Každá turbína má na vtoku do kašny vlastní uzavírací stavidlo. Ovládání turbín je napojeno na ovládací rozvaděče, které jsou propojeny s čidlem hladinové regulace. Rozvaděče jsou vybaveny zařízením pro připojení generátorů na síť, kompenzací a automatikou zajišťující bezob-

služný provoz. Jemná česla umístěná před šachtou jsou opatřena hrabacími stroji spouštěnými automaticky a odpad z česel zaveden do kontejneru opatřeného odvodňovacím zařízením.

Turbína je klasické konstrukce, rozváděcí lopatky jsou uloženy v samomazných pouzdech a jsou ovládány regulačním kruhem, který zaručuje svou konstrukcí tuhost celého regulačního mechanismu. Náboj oběžného kola je z chromniklové oceli, oběžné lopaty jsou plně natáčivé za provozu.

Maximální hltnost turbíny je $11,35 \text{ m}^3/\text{s}$, provozní spád MVE se uvažuje $3,9 \text{ m}$, minimální spád pro chod turbíny je $2,35 \text{ m}$. Každá turbína je spojena plochým řemenem s generátorem o výkonu 330 kW . Celkový instalovaný výkon MVE činí 990 kW . Součástí MVE je jalová propust' šíře 2 m . Jalová propust je schopna převést $34 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. maximální množství vody zpracované turbínami. Součástí vodního díla je přivaděč na tepelnou elektrárnu Opatovice, který odbočuje z pravého břehu Labe 1200 m nad hranou jezu. Objekt je tvořen na vtoku nornou stěnou šířky 25 m z železobetonu. Kanál je provedený jako otevřený šíře 13 m s vykamenovanými stěnami. Po 70 metrech je v kanále instalované zařízení na čištění drobných naplavenin (vírové trubice), které jsou odplavovány proplachovacím kanálem, který vede napříč pod přivaděčem k MVE a ústí pod jez do Labe. Kanál je proveden z betonových rour o průměru 1 m [4].

3 MVE PARDUBICE

Malá vodní elektrárna Pardubice se nachází v Pardubicích na soutoku řeky Labe a Chrudimky na říčním kilometru 967,423 a GPS souřadnicích 50.044599, 15.775220. Vlastníkem MVE je firma ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.



Obr.3 Poloha MVE Pardubice
zpracováno podle [3]



Obr.4 MVE Pardubice

Tab.3 Základní parametry jezové zdrže MVE Pardubice [5]

spád hladin	3,90 m
délka vzdutí	8,32 km
objem jezové zdrže	1,40 mil. m ³

Tab.4 Parametry turbíny MVE Pardubice [5]

typ turbíny	přímoproudá kolenová s pevným rozváděcím kolem Kaplan
maximální průtok při spádu 3,90 m	62,00 m ³ /s
výkon turbíny	1 350 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory a MVE.

Jez

Pohyblivý jez má tři pole o světlosti 18,0 m hrazená zdvižnými stavidly s nasazenými dutými klapkami. Celková hrazená výška je 4,10 m. Z toho klapka hradí 1,30 m a stavidlo 2,80 m. Jezová tělesa jsou zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují jejich pohyb. Pohyb nasazených klapek zajišťují anglické článkové řetězy.

Každé jezové těleso je možno ovládat samostatně elektricky i ručně ze samostatné strojovny na jednotlivých pilířích. Jezová pole lze zahradit provizorním hrazením proti horní i dolní vodě. Provizorní hrazení tvoří ocelová hradla šířky 10 cm, která se opírají v horní části o plovoucí ocelový trámec, ve spodní stavbě o ozub.

Plavební komora

Plavební komora je umístěna u pravého břehu. Je jednodlná o rozměrech 85,0 × 12,0 m a hloubce vody nad záporníkem minimálně 3,50 m. Dolní ohlaví plavební komory je v ose jezu. V horním ohlaví jsou Čábelkova pokloповá vrata s přímým podzáporníkovým plněním. V dolním ohlaví jsou vrata vzpěrná. Pohon horních i dolních vrat je hydraulický. Plnění i prázdnění plavební komory umožňuje krátký obtokový kanál o rozměrech 3,0 × 2,2 m v levé zdi plavební komory. Hradí se stavítkovým uzávěrem s hydraulickým pohonem. Stavítko je možno ovládat i ručně z místa. Veškeré ovládání plavební komory je umístěno ve velínu a ve strojovně jezu. Ovládání horních vrat je možné také z objektu limnigrafu na horním ohlaví plavební komory. Plavební komoru lze zahradit provizorním hrazením proti horní i dolní vodě. Provizorní hrazení tvoří ocelová hradla a plovoucí trámec.

Vodní elektrárna

Vodní elektrárna je situována při levém břehu Labe, přiléhá k levobřežnímu pilíři jezu. Vodní elektrárna je průtočná, podúrovňová s jednou přímoproudou Kaplanovou turbínou kolenového typu se šikmým uložením a pevným rozváděcím kolem. Maximální hltnost turbíny je 62 m³/s, při jmenovitém spádu 3,90 m je jmenovitý výkon 1,35 MW.

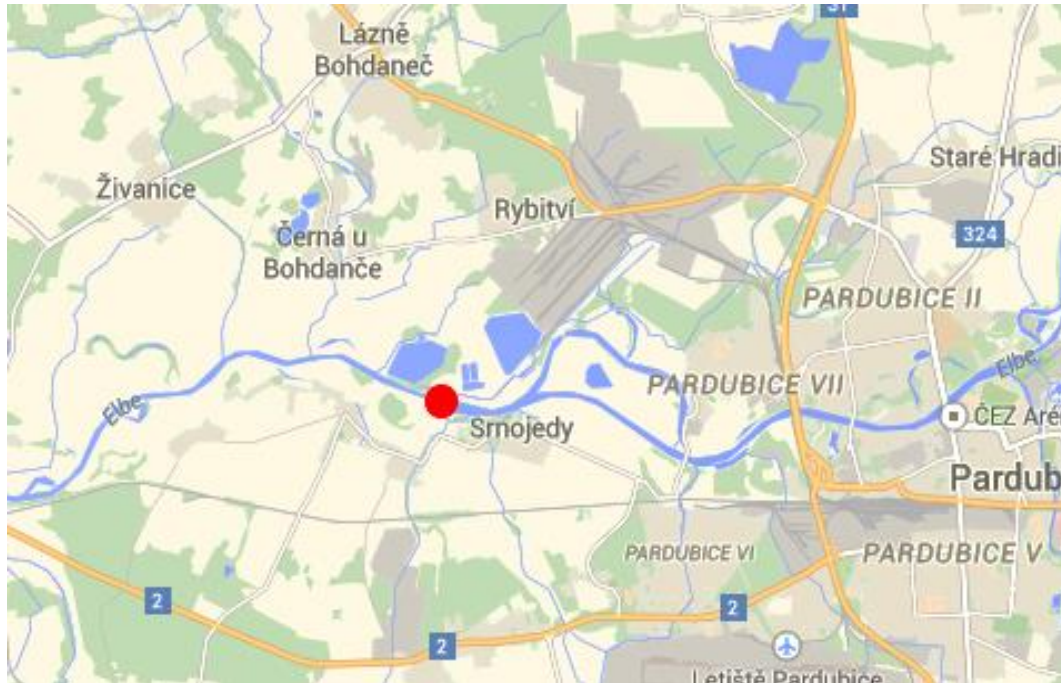
Soustrojí je možno uvádět do provozu z místa ručně nebo automaticky. Průtok turbínou je řízen automatickou hladinovou regulací. Montáž a demontáž zařízení pomocí jeřábu umožňují 2 montážní otvory 2,50 × 4,50 m ve stropu strojovny. Na vtoku na turbínu je česlová stěna o šířce 6,20 m. Česle se čistí hydraulickým shrabovacím strojem. Uzavírání

v toku se provádí ocelovým rychlouzávěrným stavidlem o rozměrech $4,50 \times 5,20$ m, které je ovládáno hydraulickým servomotorem. Vtok před česlem i výtok ze savky lze v případě potřeby zahradit provizorním hrazením z hradících tabulí.

Na MVE není stálá obsluha. Mimo pracovní dobu je obsluha řešena pohotovostí jednoho pracovníka na mobilním telefonu [5].

4 MVE SRNOJEDY

Malá vodní elektrárna Srnojedy se nachází cca 5,80 km západně od Pardubic na říčním kilometru 960,189 a GPS souřadnicích 50.041210, 15.691095. Vlastníkem MVE je firma KIPP, s.r.o.



Obr.5 Poloha MVE Srnojedy
zpracováno podle [3]



Obr.6 MVE Srnojedy

Tab.5 Základní parametry jezové zdrže MVE Srnojedy [6]

spád hladiny	3,80 m
délka vzdutí	6,63 km
zatopená plocha	0,47 km ²
objem jezové zdrže	1,88 mil. m ³

Tab.6 Parametry turbín MVE Srnojedy [6]

typ turbín	2 × Kaplan
maximální průtok při spádu 3,80 m	2 × 37,50 m ³ /s = 75,00 m ³ /s
instalovaný výkon	2 × 980 kW = 1 960 kW
minimální spád	1,80 m

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá ze vzdouvacího objektu, jezu, šterkové propusti, plavební komory a MVE.

Jez

Pohyblivý jez má dvě pole o světlosti 22,0 m hrazená zdvižnými ocelovými tabulemi Stoney s nasazenými úhlovými klapkami. Jezová tělesa jsou po výšce členěna na vlastní tabule, které hradí výšku 3,80 m a klapky, které hradí výšku 1,50 m. Pohyb jezových těles se děje pomocí Gallových řetězů. Manipulaci s klapkami umožňují anglické řetězy. Ovládání polí je elektromotorické ze dvou manipulačních budek na obslužní lávce. Jezová pole jsou oddělena středním jezovým pilířem šířky 3,60 m. Stejně široký je i pilíř mezi levým jezovým polem a šterkovou propustí. Jezová pole je možno zahradiť pomocí slupic a hradel.

Šterková propust o světlosti 6,0 m je umístěna u levého břehu mezi jezem a vodní elektrárnou. Je hrazen stavidlem s dutou klapkou. Stavidlo hradí výšku 4,80 m a klapka výšku 1,10 m. Ovládání je elektromotorické z horní strojovny na pilíři. Šterková propust je od vtoku na vodní elektrárnu oddělena pilířem o šířce 5,0 m.

Plavební komora

Plavební komora je umístěna u pravého břehu. Je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m a hloubce vody nad záporníkem min. 3,0 m. V horním i dolním ohlavi jsou ocelová zpětná vrata. Pohon vrat je zajištěn elektromotoricky. Plnění a prázdnění plavební komory umožňují dlouhé boční obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech 1,75 × 2,20 m, které jsou hrazeny segmentovými uzávěry s elektromotorickým pohonem. Horní plavební kanál je dlouhý 90 m, dolní plavební kanál 100 m.

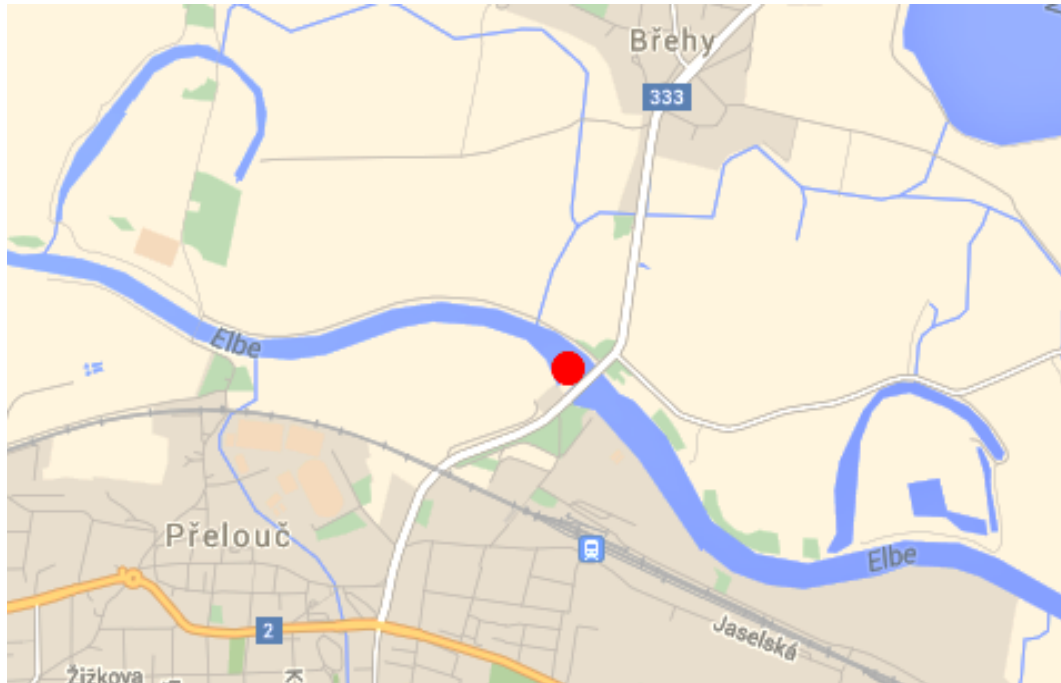
Vodní elektrárna

Vodní elektrárna je umístěna při levém břehu. Jde o vodní elektrárnu průtočnou, která zpracovává přirozené přítoky do jezové zdrže. Vtok na elektrárnu je šikmo na směr toku opatřen hrubými česlemi. Před turbínami jsou osazeny jemné česle s automatickým čistícím strojem a ocelové nesouměrně dělené stavidlové uzávěry.

Dvě Kaplanovy turbíny mají hltnost 2 × 37,5 m³/s, to je celkem 75 m³/s. Celkový instalovaný výkon je 2 × 0,98 MW = 1,96 MW. Hrubý spád na vodní elektrárně je 3,80 m. Minimální spád, při kterém může být vodní elektrárna ještě v provozu, je 1,80 m. Průtok turbínami je regulován automaticky [6].

5 MVE PŘELOUČ

Malá vodní elektrárna Přelouč se nachází na ve stejnojmenném městě v Pardubickém kraji na říčním kilometru 951,177 a GPS souřadnicích 50.043628, 15.573553. Vlastníkem MVE je firma ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.



Obr.7 Poloha MVE Přelouč
zpracováno podle [3]



Obr.8 MVE Přelouč



Obr.9 Strojovna MVE Přelouč



Obr.10 Pohled na Kaplanovu turbínu ve spodní části strojovny

Tab.7 Základní parametry jezové zdrže MVE Přelouč [7]

spád hladiny	3,10 m
délka vzdutí	9,62 km
objem jezové zdrže	1,60 mil.m ³

Tab.8 Parametry turbín MVE Přelouč [7]

typ turbín	2 × vertikální, kašnovitá Francis
průtok při spádu 3,00 m	2 × 24 m ³ /s = 48 m ³ /s
minimální spád	1,80 m
maximální spád	3,10 m
výkon turbín	2 × 490 kW = 980 kW

Tab.9 Parametry turbín MVE Přelouč nainstalované v roce 2005 [7]

typ turbín	2 × vertikální, kašnovitá Kaplan
maximální průtok	2 × 18 m ³ /s = 36,00 m ³ /s
minimální průtok na jedné turbíně	4,00 m ³ /s
minimální spád	1,80 m
maximální spád	3,10 m
výkon turbín	2 × 680 kW = 1 360 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komorou s kanály a MVE.

Jez

Pohyblivý jez má dvě pole o světlosti 21,0 m, hrazená zdvižnými stavidly typu Stoney s nasazenými dutými klapkami. Celková hrazená výška je 3,80 m. Z toho stavidlo hradí 2,40 m a klapka hradí až 1,40 m. Jezová tělesa jsou zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují jejich pohyb. Každá tabule je zavěšena na obou stranách a zdvihána současně dvěma zdvihadly instalovanými v budkách pilířových nástavců. Zdvihadla mají synchronní pohyb docílený tím, že jsou hnána středním náhonem ze společné manipulační budky umístěné uprostřed každého pole. Pohyb nasazených klapek zajišťují anglické článkové řetězy. Pohon je elektromotory, v nouzových případech ruční.

Jezové pilíře (levobřežní a střední) jsou 3,40 m široké. Pilíř oddělující pravé jezové pole od plavební komory má šířku 2,80 m. Horní zhlaví pilířů je zaoblené do hydraulicky vhodného tvaru. Jezová pole lze zahradiť provizorním hrazením z horní i dolní vody. Hrazení tvoří slupice s lávkami a ocelová hradla.

Štěrková propust o světlé šířce 6,0 m je umístěna mezi levým jezovým polem a elektrárnou. Je hrazena dvojitém ocelovým stavidlem s hradicí výškou 4,80 m. Stavidlo je zavěšeno na Gallových řetězech, které umožňují jeho pohyb. Štěrkovou propust lze zahradiť pouze z horní vody.

Písková propust je umístěna vedle štěrkové propusti směrem k vodní elektrárně. Vtok do ní je před jemnými česlemi MVE a je hrazen dřevěným stavidlem. V současnosti se nepoužívá.

Plavební komora

Plavební komora je umístěna u pravého břehu. Je jednolodní o rozměrech 85×12 m a hloubce vody nad záporníkem min. 3,0 m. V horním i dolním ohlaví jsou vzpěrná ocelová vrata ovládaná ručně pomocí cévových tyčí. V roce 2007 byla na horním ohlaví instalována klapka k převodu zvýšených průtoků vodním dílem a proplavování plavební komorou.

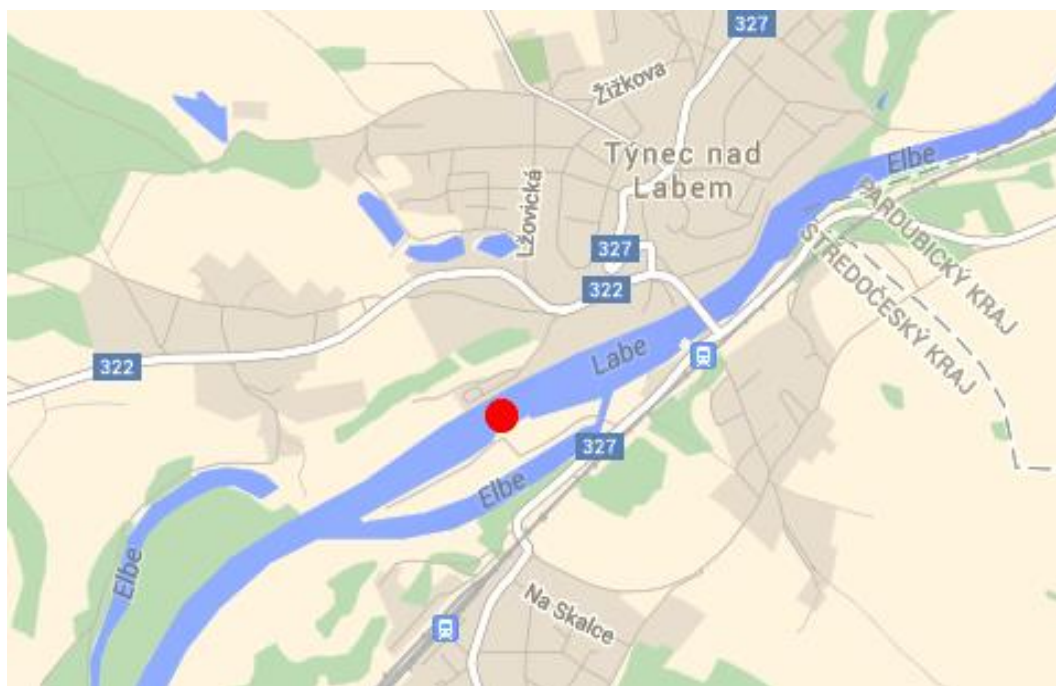
Plnění (k plnění lze použít i klapku) a prázdnění komory umožňuje levý boční obtok zaklenutého tvaru o rozměrech $1,60 \times 2,00$ m, které jsou hrazeny segmentovými uzávěry na ruční pohon. Dolní ohlaví plavební komory je v ose jezu, rejdu od řečiště odděluje 45 m dlouhá dělicí zeď. Nad horním ohlavím jsou vybudována železobetonová svodidla s opevněním.

Vodní elektrárna

Vodní elektrárna je situována při levém břehu Labe v těsné blízkosti štěrkové propusti. Vtokový objekt je proveden krátkým náhonem o šířce 34,0 m a hloubce 5,50 m. Před vtokovým objektem je železobetonová lávka s dřevěnou nornou stěnou, bránící chodu hrubých plovoucích splavenin k turbínám. Celková hltnost vodní elektrárny je $84,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a celkovým výkonem 2 340 kW. Provoz MVE postupně přechází v bezobslužný, pouze s občasným dohledem. Provoz soustrojí je automatický, řízený novým řídicím systémem [7].

6 MVE TÝNEC NAD LABEM

Malá vodní elektrárna Týnec nad Labem se nachází u stejnojmenného města na hranici pardubického a střeodočeského kraje na říčním kilometru 932,714 a GPS souřadnicích 50.036093, 15.351336.



Obr.11 Poloha MVE Týnec nad Labem
zpracováno podle [3]



Obr.12 MVE Týnec nad Labem (výtok z elektrárny)



Obr.13 MVE Týnec nad Labem (přítokový kanál)

Tab.10 Základní parametry jezové zdrže MVE Týnec nad Labem [8]

spád hladiny	2,45 m
délka jezové zdrže	18,46 km
objem jezové zdrže	1,85 mil.m ³

Tab.11 Parametry turbín MVE Týnec nad Labem [8]

typ turbín	5 × Hydrohrom, přímoproud, Semi-Kaplan SKP 1200
průtok při spádu 2,30 m	5 × 5,00 m ³ /s = 25,00 m ³ /s
minimální průtok při spádu 5 m	0,55 m ³ /s
celkový výkon MVE	465 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory a MVE (vtokový kanál, vtoková část, strojovna, odpad).

Jez

Pohyblivý jez má tři jezová pole o světlosti 20,0 m hrazená dutou ocelovou klapkou o výšce 3,30 m. Jezové pilíře jsou široké 2,10 m s korunou na návodní straně.

Ocelové klapky jsou podpírané dvojicí hydraulických dvojčinných servoválců, z nichž každý může klapku ovládat samostatně. Konstrukce každé z klapek umožňuje jednostrannou aretaci ve vztyčené poloze pomocí segmentu ručně vysouvaného z pilíře ovládacím kolem. Boční štíty klapek jsou v zimním období vytápěny (odporově-indukční ohřívání).

Pevný jezový práh je Jamborova typu s minimálním vzduším hladiny nad jezem. Zaoblení prahu je dáno válcovou plochou klapky o poloměru 7 390 mm. V pevném jezovém prahu je komunikační štola o rozměrech 2,1 × 1,8 m spojující oba břehy a umožňující přístup k jednotlivým pilířům (neumožňuje přístup na koruny pilířů) a k hydraulickému rozvodu

servoválce klapek. Energie přepadající vody se tlumí ve vývaru, který je uzavřen trojúhelníkovým prahem výšky 1,0 m.

Pro provizorní hrazení z horní a dolní vody slouží lávky, slupice a ocelová hradla o délce 5,0 m.

Plavební komora

Plavební komora (PK) umístěná na levém břehu je celou délkou vysunuta do horní vody. Plavební komora je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m. Minimální hloubka vody pod záporníkem je 3,50 m. Horní vrata jsou Čábelkova typu a umožňují přímé plnění komory pod vrata. Vrata jsou jednostranně podpírána dvojčinným hydraulickým servoválcem umístěným ve výklenku zdi. Komora se prázdní jedním krátkým obtokem ve dně komory s odpadem do koryta pod vývarem, který je hrazen stavítkem. Dolní vzpěrná vrata i stavítko jsou ovládány hydraulickými servoválci s místním rozvodem tlakového oleje.

Veškeré uzávěry plavební komory jsou ovládány z velínu na levém břehu nebo z rozvaděče na levém břehu plavební komory. Ovládací velín je umístěn ve čtyřpodlažní železobetonové budově na levé straně komory u dolního ohlaví a je propojen s komunikační štolou v jezu.

Vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) Týnec nad Labem je bezobslužná vodní elektrárna vybudovaná na levém břehu nad stáním plavidel v horní rejdě s vtokem v říčním kilometru 933,06. Výtok z elektrárny je zaústěn do původního koryta starého Labe, využívaného nyní jako ochranný a zimní přístav, v říčním kilometru 932,14. Vodní elektrárna využívá stavební dispozici jezu s plavební komorou a rejdami nad a pod komorou a svým provozem respektuje hlavní zásady provozu vodního díla, to je zajištění plavebních hloubek a bezpečného provozu na Labské vodní cestě.

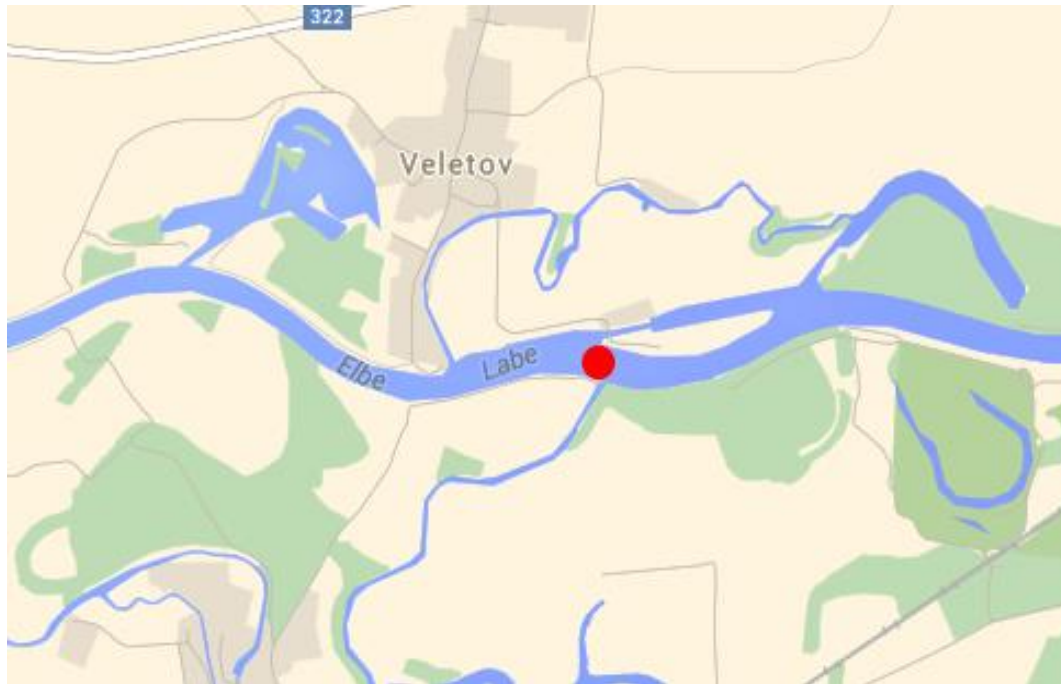
V MVE je instalováno celkem 5 soustrojí s přímoproudými Semi-Kaplanovými turbínami typu HYDROHROM SKP o průměru 1 200 mm s regulací oběžných kol a s provozními stavidlovými uzávěry. Každá z turbín má maximální hltnost 5,0 m³/s, celkový průtok MVE je 25,0 m³/s. Stavidlové uzávěry každé turbíny jsou ovládány hydraulickým servopohonem a uzavírány gravitační silou. Regulace průtoku turbínou je řízena hladinovou regulací.

Pro převedení průtoku při odstavení některého ze soustrojí je vybudována automatická výpust o šířce 2,0 m se stavidlovým uzávěrem ovládaným elektromechanicky. Maximální kapacita této výpusti je 16,5 m³/s. Na výtoku ze savek jsou osazena svislá vedení pro osazení pomocných uzávěrů. U savek je instalováno provzdušňovací zařízení. Celkový instalovaný výkon MVE je 465 kW ($Q = 25 \text{ m}^3/\text{s}$, spád $H_u = 2,30 \text{ m}$), MVE je ve smyslu ČSN 73 6881 Malé vodní elektrárny - Základní požadavky zařazena do II. kategorie [8].

7 MVE VELETOV

Komplex tří malých vodních elektráren Veletov se nachází ve stejnojmenné obci ve Středočeském kraji 8 km vzdušnou čarou východně od Kolína na říčním kilometru 929,159 a GPS souřadnicích 50.023880, 15.310757.

Vlastníkem MVE je Povodí Labe, státní podnik. Vlastníkem MVE Starý Kolín je EURO-SPRO, a.s. Vlastníkem MVE Mlýn Veletov je pan Luboš Skokan.



Obr.14 Poloha MVE Veletov
zpracováno podle [3]



Obr.15 MVE Veletov

Tab.12 Základní parametry o plavební komoře MVE Veletov [9]

celková délka komory	97,80 m
užitečná délka komory	85,00 m
užitečná šířka komory	12,00 m

Tab.13 Parametry turbíny MVE Veletov [9]

typy turbín	2 × horizontální, přímoproud Kaplan 3-PK-150, 1500
maximální průtok při spádu 3,95 m	10,00 m ³ /s
minimální průtok při spádu 2,70 m	3,00 m ³ /s
instalovaný výkon MVE	2 × 315 kW = 630 kW

Tab.14 Parametry turbíny MVE Starý Kolín [9]

typ turbín	2 × svislá, Kaplan 4-K-84, 2000
maximální průtok	2 × 11 m ³ /s = 22,00 m ³ /s
instalovaný výkon MVE	2 × 124,40 kW = 248,80 kW

Obě soustrojí jsou ovládána automatickou regulací otáček turbín hydraulickým agregátem pro paralelní i samostatný chod soustrojí i pro automatický provoz.

Tab.15 Parametry turbíny MVE Mlýn Veletov [9]

typ turbíny	svislá Francis
průtok při spádu 1,70 m	3,63 m ³ /s
maximální výkon MVE	34,58 kW

Ovládání je mechanické, jako u hlavního uzávěru na turbínu.

Popis vodního díla

MVE Veletov

Vodní elektrárna umístěná při pravobřežním pilíři jezu Veletov využívá spádu získaného z rozdílu horní a dolní hladiny. Před vtokem na elektrárnu je norná stěna, která odvádí plovoucí splaveniny ke krajnímu jezovému poli. Součástí norné stěny jsou jemné česle. Ve vtoku k turbínám jsou hrubé česle a stavidlové uzávěry se strojním pohonem.

Hydraulický profil vtokové části každé turbíny navazuje betonovým povrchem na ocelové příváděcí potrubí DN 2250 mm, které dále přechází do čtvercového profilu 2 750 × 2 750 mm se zaoblenými rohy a zaústěje přechodem do kruhového profilu DN 2750 mm zabetonovaného tělesa turbíny. Savky od turbín jsou zaústěny pod úroveň minimální hladiny v podjezí.

MVE je vybavena 2 horizontálními přímoproudými Kaplanovými turbínami typu 3-PK-150 o průměru oběžného kola 1 500 mm. Rozsah průtoků na jedné turbíně je 3-10 m³/s, celková maximální hltnost turbín MVE je 20 m³/s. Rozsah pracovních spádů je 2,70-3,95 m. Instalovaný výkon elektrárny je 2 × 315 kW, to je celkem 630 kW. Soustrojí jsou vybavena pro automatický bezobslužný provoz s pochůzkovou službou a zabezpečovací automatikou. Soustrojí jsou ovládána hladinovou regulací. Můžou být nastavena ručně ze strojovny MVE.

MVE Starý Kolín

Budova MVE Starý Kolín je umístěna v areálu budov zahraniční montážní společnosti. Vodu k MVE přivádí Baštecký kanál, který odbočuje na levém břehu těsně nad jezem Veletov. Celková délka kanálu ke vtoku na elektrárnu je 1 740 m. Průtočná kapacita náhonu je $16 \text{ m}^3/\text{s}$. Vtok do náhonu je hrazen ocelovou klapkou o rozměrech $1,80 \times 12 \text{ m}$.

Ve vzdálenosti cca 1 350 m od vtoku se do Bašteckého kanálu zleva vlévá Černá strouha. Před vtokem na elektrárnu se Baštecký kanál rozdvouje na obtokový kanál a na přívodní kanál ke strojovně MVE. Kanál je před strojovnou zakončen strojně stíranými ocelovými česlemi. Celková délka česlového pole je 16,04 m. Vpravo od vtoku na turbíny, oddělená betonovým pilířem, je zřízena jalová propust. Za česlemi a před jalovou propustí je kanál překlenut cestním mostem s asfaltovou vozovkou. Nátoky na turbíny i jalovou propust je možné zahradit stavidlovými uzávěry s elektromotorickým ovládním mechanismů.

Strojovna MVE Starý Kolín je osazena dvěma Kaplanovými turbínami se svislými hřídelemi typu 4-K-84 s průměry oběžných kol 2 000 mm. Hltnost jedné turbíny je $11,0 \text{ m}^3/\text{s}$, celková hltnost je tedy $22,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Obě soustrojí jsou ovládána automatickou regulací otáček turbín hydraulickým agregátem pro paralelní i samostatný chod soustrojí i pro automatický provoz. Maximální instalovaný výkon je $2 \times 124,4 \text{ kW}$, to je 248,8 kW.

MVE Mlýn Veletov

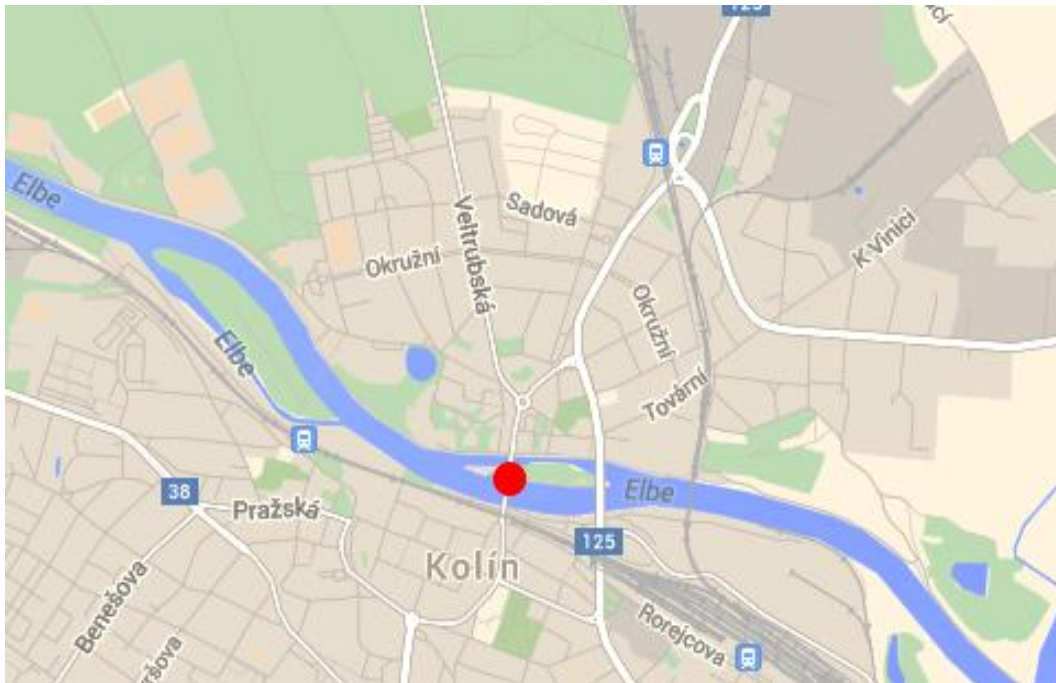
Náhon (Veletovský) k MVE v bývalém mlýně na Veletově čp. 43 odbočuje ze slepého ramene nad horní rejdou PK v říčním kilometru 929,810 (202,385). Náhon je tvořen přírodním korytem s proměnným průtočným profilem, délka náhonu k MVE je cca 750 m. Objekt MVE tvoří spodní stavba v levé části s vtokem do betonové kašny, ve které je umístěna turbína a v pravé části je jalový odpad. V horní části je pak strojovna o půdorysném rozměru $8,0 \times 8,0 \text{ m}$.

Před vtokem do MVE jsou šikmo přes celou šířku náhonu umístěny hrubé česle a ještě před vtokem na turbínu jsou osazeny ocelové jemné česle. Uzávěr vtoku na turbínu je tvořen dřevěnou stavidlovou tabulí $3,6 \times 2,0 \text{ m}$ s mechanickým ovládním pomocí elektrického servomotoru. V MVE je osazena turbína typu Francis se svislou osou vyrobená v roce 1924 o hltnosti $Q = 3,63 \text{ m}^3/\text{s}$. Maximální výkon MVE při spádu 1,7 m je 34,58 kW. Uzávěr jalové výpusti je tvořen dřevěnou stavidlovou tabulí o rozměrech $2,2 \times 2,6 \text{ m}$ zavěšenou na dvou cévových tyčích. Ovládní je mechanické, jako u hlavního uzávěru vtoku na turbínu.

Pevný boční jez vlevo u MVE je staropražského typu, délka přelivné hrany je 10,8 m [9].

8 MVE KOLÍN

Malá vodní elektrárna Kolín se nachází ve stejnojmenném středočeském městě, které Labe dělí na dvě poloviny a MVE se nachází v jejím středu na říčním kilometru 925,567 a GPS souřadnicích 50.029615, 15.204243. Vlastníkem MVE je firma MVE Kolín s.r.o. a provozovatelem firma Dalkia Kolín, a.s.



Obr.16 Poloha MVE Kolín
zpracováno podle [3]



Obr.17 MVE Kolín



Obr.18 Strojovna MVE Kolín - pohled na dvě ze sedmi Kaplanových turbín

Tab.16 Základní parametry jezové zdrže MVE Kolín [10]

spád hladin	2,30 m
délka jezové zdrže	8,59 km
zatopená plocha	0,51 km ²

Tab.17 Parametry turbín MVE Kolín [10]

typ turbín	7 × přímoproudá Semi-Kaplan HYDROHROM 1450 SSK
maximální průtok	7 × 7,14 m ³ /s = 50,00 m ³ /s
maximální výkon MVE	7 × 135 kW = 945 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory s plavebními kanály, MVE a rybního přechodu a proplachovacího potrubí.

Jez

Pohyblivý jez situovaný pod železobetonovým mostem má tři pole hrazená zdvižnými válcovými uzávěry. Jejich výška v krajních polích je 1,95 m a ve středním poli 2,55 m. Nad jezem je zřízena veřejná komunikace, mostní pilíře slouží zároveň jako pilíře jezové.

Válce jsou na obou koncích uzavřené plechovými kotouči, k nimž jsou přišroubovány ocelolitinové věnce s ozubením, které zabírá do šikmých ozubených kolejí na stranách pilířů, které jsou na horním konci zahnuty. Tím je zajištěn pohyb válců. Pohybovací mechanismy jsou vzhledem k tuhosti válců vždy na jedné straně a jsou umístěny na pilíři. Zdvihacími prostředky jsou ocelová lana, přičemž na druhé straně je kolem válců ovinut Gallův řetěz, který zajišťuje válec proti vysunutí ze zubů ozubené dráhy. Pohon válců je elektrický, v případě potřeby možný i ruční.

V případě potřeby lze jezová pole zahradit provizorním hrazením složeným z vyjímatelných slupic, lávek a ocelových hradel.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu. Je jednolodní o rozměrech $83,60 \times 12,50$ m a hloubce vody nad záporníkem minimálně 3,0 m.

V horním i dolním ohlavi PK jsou vzpěrná ocelová vrata. Plnění a prázdnění komory umožňují dlouhé boční obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech $1,80 \times 1,50$ m, které jsou hrazeny segmentovými uzávěry s hydraulickým pohonem.

Plavební komoru je možno provizorně zahradit z horní i dolní vody pomocí plovoucích hradidel, která se osazují do drážek náhradních vrat. Horní plavební kanál je dlouhý 240 m, dolní 220 m. V kanálech jsou zřízeny rejdy, které jsou vybaveny ocelovými pružnými svodidly a dalbami na vyvazování lodí.

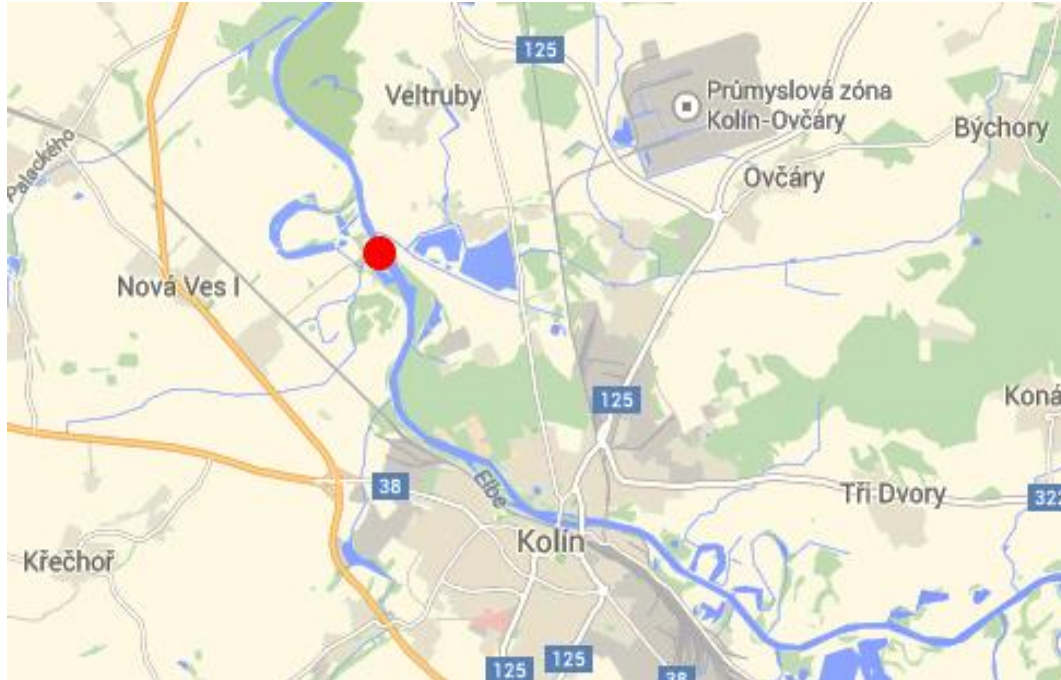
Malá vodní elektrárna

Vodní elektrárna je umístěna při pravém břehu Labe pod železobetonovým silničním mostem v jezovém profilu. Vtok na MVE je opatřen hrubými česlemi opírajícími se o železobetonovou lávku. Před turbínami jsou jemné česle se strojním čištěním. Vtoky turbín jsou opatřeny provizorním hrazením, každá turbína samostatně.

Ve strojovně MVE je instalováno sedm soustrojí s přímoproudými turbínami Semi-Kaplan typu Hydrohrom 1450 SSK. Maximální celkový průtok turbínami MVE je $7 \times 7,14 \text{ m}^3/\text{s} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$. Maximální výkon MVE je $7 \times 135 \text{ kW} = 945 \text{ kW}$ [10].

9 MVE KLAVARY

Malá vodní elektrárna Klavary se nachází obci Klavary ve středočeském kraji cca 4 km severozápadně od Kolína na říčním kilometru 916,539 a GPS souřadnicích 50.055396, 15.176726. Vlastníkem MVE je firma AGLIE, s.r.o., provozovatelem pak firma Klavarská elektrárnská, v.o.s.



Obr.19 Poloha MVE Klavary
zpracováno podle [3]



Obr.20 MVE Klavary

Tab.18 Základní parametry jezové zdrže MVE Klavary [11]

spád hladiny	3,50 m
délka vzdutí	4,03 km
objem v jezové zdrži	1,10 mil.m ³

Tab.19 Parametry turbíny MVE Klavary [11]

typ turbín	5 × HYDROHRM Kaplan SKP 1600
instalovaný výkon MVE	5 × 315 kW = 1 575 kW
otáčky na generátoru	1015 ot/min
Generátor je asynchronní vertikální o jmenovitém výkonu 315 kW	

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory a MVE.

Jez

Pohyblivý jez má tři jezová pole, každé o světlosti 19,0 m. Jezové pilíře jsou široké 3,60 m a dlouhé 19,47 m s korunou na návodní straně. Povodní část jezových pilířů je nad vývarem snížena, návodní zhlaví pilířů se zahrocenou hranou je hydraulicky upraveno zaoblením bočních stěn pilířů kruhovými oblouky o poloměru cca 4,0 m.

Všechna jezová pole jsou hrazena novými stavidly skříňové konstrukce s nasazenými dutými klapkami. Stavidla hradí výšku 2,50 m a úplně vztyčené klapky 1,30 m. U konstrukce je již uvažováno s výhledovým zvýšením vzdutí o 30 cm.

Hradící tělesa jsou uložena na kolových podvozcích, pohybujících se po kolejnicích, umístěných v bocích pilířů a zavěšených na Gallových řetězech, které umožňují zdvih stavidel. Pohybové mechanismy jsou umístěny v jezových budkách na zvýšených částech pilířů. Pohyb jezových těles se uskutečňuje převodem ozubených kol a mechanickou synchronizací zdvihu transmisním pohonem, umístěným pro každé jezové pole v pravostranném pilíři. Ovládání pohybu je elektromotorickým pohonem, popřípadě ručně.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu, je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m, hloubka pod záporníkem je 3,0 m. Od vlastního jezu je PK oddělena upraveným pilířem - levou zdí PK, který přechází v dělicí zeď o celkové šířce 1,60 m. Dělicí zeď je v horní i dolní rejdě dlouhá 100 m. V horní rejdě jsou v dělicí zdi provedeny průtočné otvory navzájem oddělené usměrňovacími stěnami, které příznivě ovlivňují kontrakci proudu na vjezdu do komory z jezové zdrže.

V horním i dolním ohlavi PK jsou vzpěrná ocelová vrata. Pohon vrat je zajištěn hydraulickými servoválci umístěnými ve výklencích na koruně zdi komory. Plnění a prázdňení PK se provádí dlouhými obtoky zaklenutého tvaru vybavených stavítkovými uzávěry poháněných podobně jako vrata hydraulickými servoválci. Na ohlavích komory jsou provedeny drážky pro náhradní vrata a pro provizorní hrazení plovoucími ocelovými hradidly.

Malá vodní elektrárna

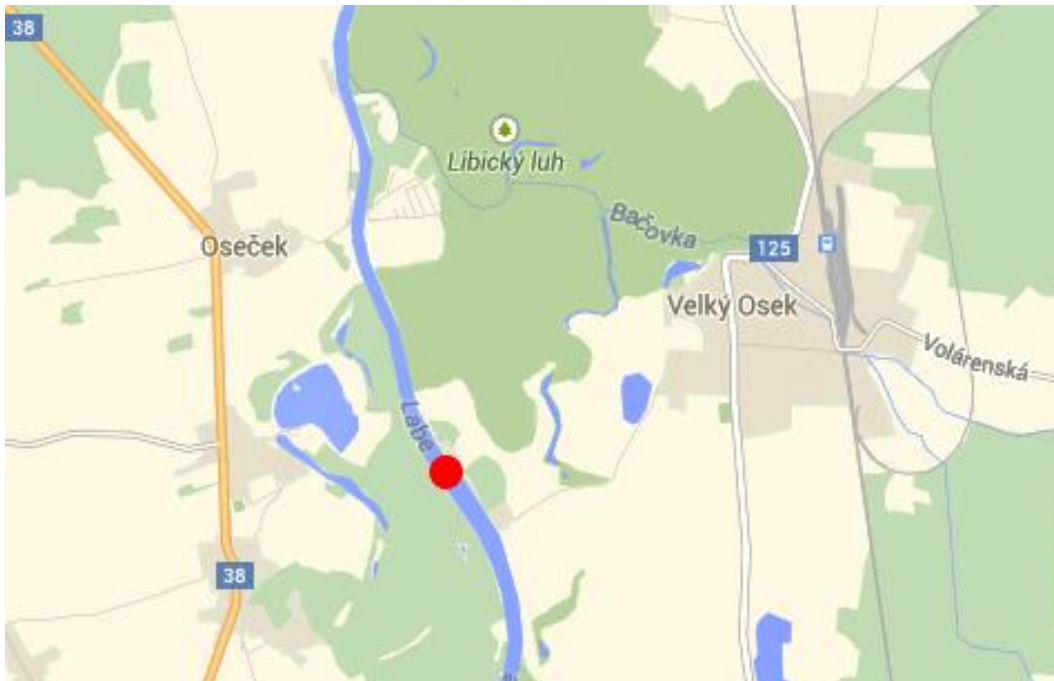
Malá vodní elektrárna (MVE) Klavary je vybudována v katastrálním území Hradištka I. v těsném navázání na levobřežní pilíř jezu zdymadla Klavary.

MVE využívá stavební dispozici jezu a svým provozem respektuje hlavní zásady stávajícího provozu vodního díla, to je zajištění plavebních hloubek a bezpečného plavebního provozu na plavební vodní cestě. Provoz MVE neovlivňuje plavební podmínky na vjezdu a na výjezdu plavební komory, která je na druhém - pravém břehu zdymadla.

V MVE je instalováno pět soustrojí s přímoproudými Kaplanovými turbínami typu HYD-ROHROM SKP o průměru 1600/315 kW s regulací oběžných kol (rozdávěcí lopatky turbín jsou ručně přestavitelné, jedna turbína má rozvaděč ručně ovládaný servomotorem), s převodovými skříněmi, s asynchronními vertikálními generátory 380 V/315 kW/1015 ot/min a s provozními stavidlovými uzávěry. Pro převedení využívaného průtoku elektrárnou při odstavení soustrojí jsou vybudovány dvě automatické výpusti $1,70 \times 1,50$ m se stavidlovými uzávěry [11].

10 MVE VELKÝ OSEK

Malá vodní elektrárna Velký Osek a stejnojmenné město se nachází ve středočeském kraji, jedná se o důležitý železniční uzel. Malá vodní elektrárna je na říčním kilometru 911,772 a GPS souřadnicích 50.090430, 15.164414. Vlastníkem MVE je firma MVE Velký Osek s.r.o.



Obr.21 Poloha MVE Velký Osek
zpracováno podle [3]



Obr.22 MVE Velký Osek



Obr.23 Strojovna MVE Velký Osek – pohled na dvě Kaplanovy turbíny [12]

Tab.20 Základní parametry jezové zdrže MVE Velký Osek [13]

spád hladiny	1,90 m
délka vzdutí	4,77 km
zatopená plocha	0,31 km ²
objem jezové zdrže	1,20 mil.m ³

Tab.21 Parametry turbín MVE Velký Osek [13]

typ turbín	3 × HYDROHROM Kaplan
maximální průtok při spádu 1,90 m	3 × 17 m ³ /s = 51,00 m ³ /s
instalovaný výkon	3 × 300 kW = 900 kW

Popis vodního díla

Tato MVE je jediná v této velikosti, která pracuje se spádem menším než 2 metry. Stavba byla provedena během roku 2011-2012. Celkový instalovaný výkon tří Kaplanových turbín je 900 kW. Předpokládá se, že ročně vyrobí elektrárna průměrně 4 000 MWh a elektrina z této malé vodní elektrárny zásobuje přibližně 1 000 domácností a ročně se ušetří 4 870 tun emisí CO₂ [14].

Vodní dílo tvoří vlastní vzdouvací objekt - jez a plavební komora.

Jez

Jez má tři pole, každé o světlosti 19,0 m, jsou hrazena ocelovými zdvižnými stavidlovými uzávěry typu Stoney s nasazenými úhlovými klapkami. Hrazená výška při hladině 188,59 m n.m. je u všech polí 3,94 m, kde stavidlo hradí 2,84 m a klapka 1,10 m. Hradící tělesa jsou uložena na kolových podvozcích, pohybujících se po kolejnicích, umístěných v bocích pilířů a zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují zdvih stavidel.

Pohybovací mechanismy jsou umístěny v jezových budkách. Pohyb jezových těles se děje převodem ozubených kol a transmisním pohonem, umístěným pro každé jezové pole v pravostranném pilíři. Manipulaci s klapkami umožňují též článkové řetězy. Pohon zdvihadel je elektrickým pohonem popř. ručně. Jezová pole jsou oddělena pilíři šířky 3,60 m, délky 21,0 m. Horní zhlaví pilířů je zaoblené do hydraulicky vhodného tvaru.

V pravobřežním jezovém pilíři jsou točité železné schody, ze kterých je přístup na manipulační lávku, spojující jednotlivé jezové pilíře. Na dělicí zdi mezi jezem a plavební komorou je umístěn rybí přechod šířky 1,20 m, částečně krytý železnými mřížemi.

Plavební komora

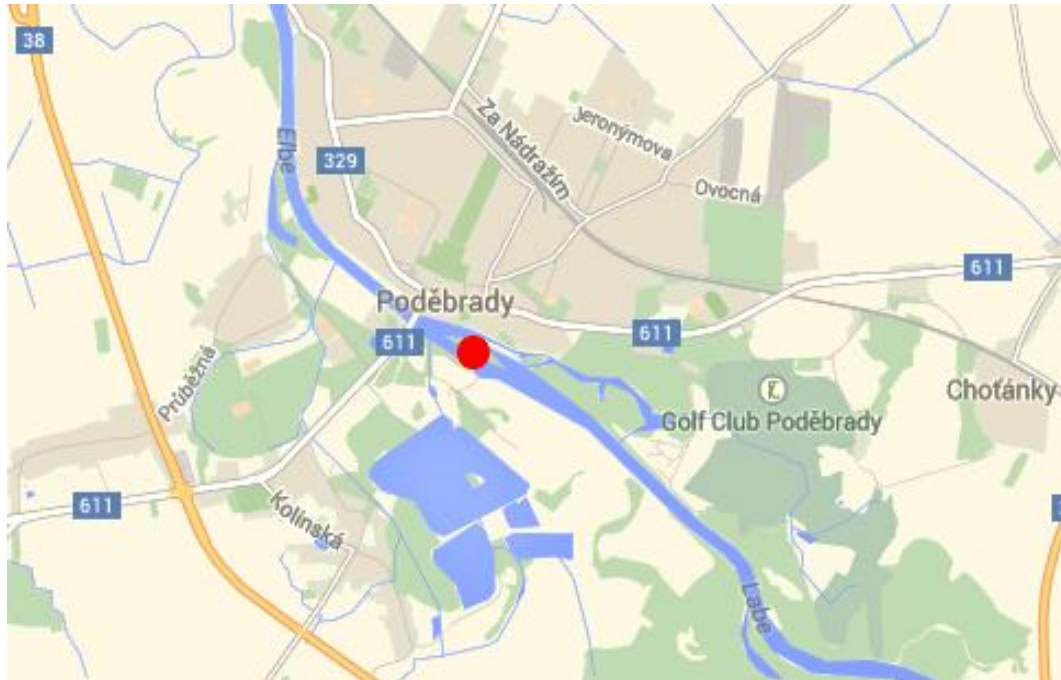
Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu, je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m, minimální hloubka vody nad záporníkem je 2,85 m. Od vlastního jezu je PK oddělena rozšířeným pilířem, který přechází v dělicí zeď o šířce 1,60 m.

V horním ohlaví PK jsou poklopová vrata typu prof. Čábelky, umožňující přímé plnění PK. Jsou sklopná proti vodě. Pohybovací mechanismus vrat se několikrát změnil. V dolním ohlaví jsou vzpěrná vrata běžného typu s krátkými obtoky hrazenými stavítky s hydraulickým pohonem.

Plavební komoru je možno provizorně zahradit z horní i dolní vody pomocí plovoucích hradidel, která se osazují do drážek provizorního hrazení nebo drážek náhradních vrat. Rejdy PK jsou vybaveny ocelovými svodidly, dalbami pro uvazování lodí a jednou lávkou vedoucí na břeh [13].

11 MVE PODĚBRADY

Malá vodní elektrárna Poděbrady se nachází na řece Labe, která protéká historicky známým městem Poděbrady a to na říčním kilometru 904,573 a GPS souřadnicích 50.140209, 15.121941. Vlastníkem MVE je firma 1. Elektrárenská, s.r.o.



Obr.24 Poloha MVE Poděbrady
zpracováno podle [3]



Obr.25 MVE Poděbrady

Tab.22 Základní parametry jezové zdrže MVE Poděbrady [15]

plocha povodí	9 039,85 km ²
rok uvedení do provozu	1924
objem vody v jezové zdrži	1,733 mil.m ³
rozloha	577 000 m ²
spád hladin	2,70 m
délka zdrže	7,199 km

Tab.23 Parametry turbíny MVE Poděbrady [15]

typ turbíny	4 × Francis TG-1, vertikální
minimální spád	1,40 m
maximální spád	2,70 m
průtok	4 × 16,50 m ³ /s = 66,00 m ³ /s
otáčky jedné turbíny	50 ot/min
výkon elektrárny	1 040 kW
průměrná roční výroba	8 845 MWh/rok

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory s plavebními kanály, malé vodní elektrárny, štěrkovou propustí.

Jez

Pohyblivý jez má dvě jezová pole o světlosti 22,0 m, která jsou hrazena ocelovými stavidly typu Stoney. Pravé jezové pole je hrazeno stavidlem pouze zdvižným, levé pole stavidlem zdvižně-spustným pod korunu pevné spodní stavby jezu. Stavidla jsou zavěšena na obou stranách na Gallových řetězech a zvedáno zdvihadly instalovanými v budkách pilířových nástavců. Synchronizace pohybu zdvihadel je zajištěna tím, že jsou hnána pohonem ze společné manipulační budky umístěné uprostřed každého pole. Pohon stavidel je pomocí elektromotorů, při poruše je ruční.

Jezové pilíře mají šířku 3,40 m a délku 16,25 m. Horní zhlaví pilířů jsou upravena lomeně do hydraulicky vhodného tvaru. Pilířové nástavce nesou strojovny pohybových mechanismů a železobetonovou manipulační lávku, na které jsou ve středu jezových polí umístěny manipulační budky a pohony s ovládacím zařízením pohybových mechanismů stavidel jezu.

Plavební komora s plavebními kanály

Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu a je od jezu oddělena ostrovem. Plavební komora je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m. Minimální hloubka vody nad záporníkem je 3,0 m.

V horním i dolním ohlavi PK jsou vzpěrná ocelová vrata, jejichž pohon je zajištěn hydraulickými servoválci. Plnění i prázdnění PK se provádí dlouhými bočními obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech 1,6 × 2,0 m. Obtoky jsou hrazeny segmentovými uzávěry s hydraulickým pohonem.

U horních i dolních vrat plavební komory je osazen kompresor, který pomocí gumových hadic rozvádí vzduch na vrata PK. Plavební komoru je možno provizorně zahradit pomocí

příplavovaných hradidel. Horní plavební kanál je dlouhý 180 m, dolní má délku 170 m. V kanálech jsou zřízeny rejdy s ocelovými svodidly rámové konstrukce.

Malá vodní elektrárna

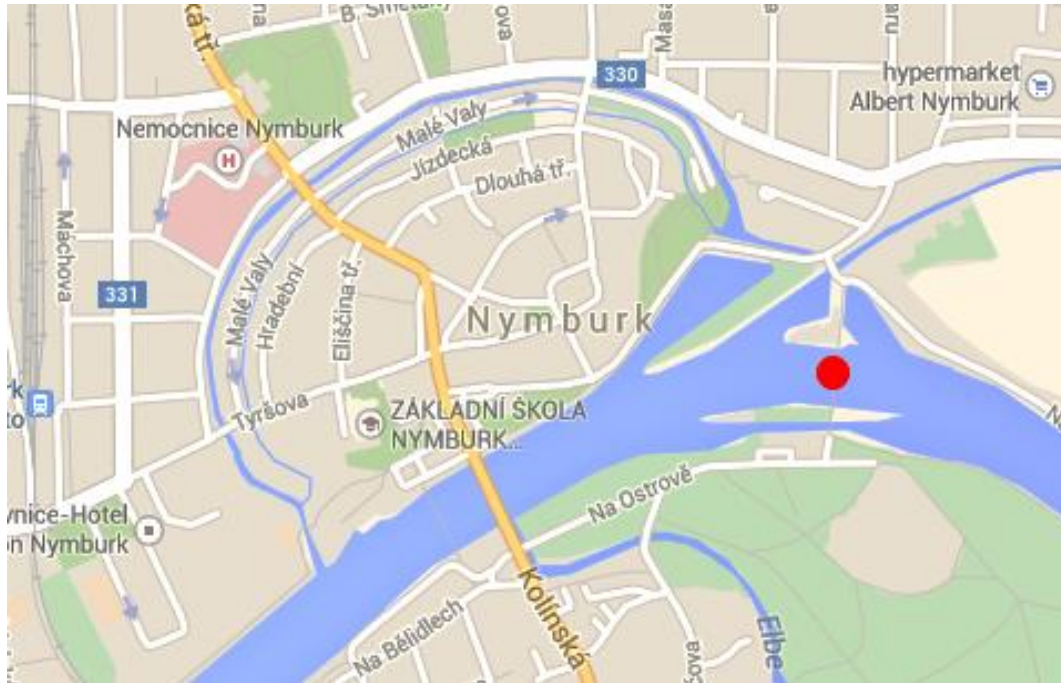
Malá vodní elektrárna (MVE) Poděbrady je umístěna do zářezu v levém břehu Labe a navazuje na stavbu jezu, se kterým vytváří jeden vzdouvací objekt.

Na vtoku do elektrárny je obslužná lávka, je zde ukotvena plovoucí norná stěna a instalována svislá dřevěná deska sahající cca 0,50 m pod hladinu sloužící k zachycování hrubých plovoucích splavenin. Na vtoku turbín jsou jemné česle šířky 30 m s mechanickým čištěním a stavidlové uzávěry s motorickým pohonem.

V MVE jsou instalovány 4 Francisovy turbíny TG-1 s vertikální hřídelí. Maximální hltnost každé z turbín je $16,5 \text{ m}^3/\text{s}$, celková hltnost je tedy $66 \text{ m}^3/\text{s}$. Při spádu 2,70 m je celkový instalovaný výkon 1 040 kW při 50 ot/min. Minimální spád hladin, při kterém je MVE v provozu, je 1,40 m [15].

12 MVE NYMBURK

Malá vodní elektrárna Nymburk se nachází v městě známém především díky basketbalu, na říčním kilometru 896,493 a GPS souřadnicích 50.184919, 15.048997. Vlastníkem MVE je firma HYDROPOL, Operation a Maintance s.r.o.



Obr.26 Poloha komplexu MVE Nymburk
zpracováno podle [3]



Obr.27 MVE Nymburk

Tab.24 Základní parametry jezové zdrže MVE Nymburk [16]

spád hladiny	2,70 m
délka zdrže	8,080 km
objem jezové zdrže	1,700 mil.m ³

Tab.25 Parametry turbíny MVE Nymburk [16]

typ turbíny	3 × Kaplan, vertikální, OK 2 250
hltnost	3 × 20 m ³ /s = 60 m ³ /s
instalovaný výkon	440 kW

Tab.26 Parametry turbíny MVE Nymburk [16]

typ turbíny	Francis po generální opravě 2009
hltnost	20 m ³ /s
instalovaný výkon	320 kW

Tab.27 Parametry turbíny MVE Nymburk [16]

typ turbíny	Kaplan stará po generální opravě 2009
Hltnost	12 m ³ /s
instalovaný výkon	178 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory s plavebními kanály, malé vodní elektrárny, náпустního objektu pro Velké a Malé Valy, objektu na Mrlně a zimní přístavby.

Jez

Pohyblivý jez má tři jezová pole o světlosti 22,0 m, která jsou hrazena tenkostěnnými ocelovými stavidlovými uzávěry s nasazenými dutými klapkami. Jezová pole jsou oddělena pilíři o šířce 3,50 m a délce 15,50 m. Horní zhlaví pilířů jsou zaoblena do hydraulicky vhodného tvaru.

Jezová konstrukce hradí ve středním poli celkem 4,65 m (stavidlo hradí 3,25 m, jezová klapka 1,40 m), v obou krajních polích hradí výšku 3,85 m (stavidlo hradí 2,45 m, jezová klapka 1,40 m). Hradící tělesa jsou uložena na válečkových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují zdvih stavidel. Manipulaci s klapkami umožňují anglické řetězy. Uprostřed každého jezového pole jsou na lávce umístěny manipulační budky se strojovnou a ovládacím zařízením pro příslušné stavidlo. Pohyb stavidel je elektromotorem.

Rybí přechody jsou v levém i pravém jezovém pilíři. Rybí přechod v pravém pilíři má šířku 1,50 m, rybí přechod v levém pilíři 1,0 m. Oba přechody jsou zahrazeny dřevěnými stavítky.

Plavební komora s plavebními kanály

Plavební komora (PK) je umístěna při levém břehu v krátkém plavebním kanálu a je od jezu oddělena ostrovem. Plavební komora je jednodílná o rozměrech 85 × 12 m. Minimální hloubka vody nad záporníkem je 3,0 m.

V horním i dolním ohlavi PK jsou vzpěrná ocelová vrata, jejichž pohon je zajištěn hydraulickými servoválci. Plnění i prázdnění PK se provádí dlouhými bočními obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech $1,6 \times 2,1$ m. Obtoky jsou hrazeny segmentovými uzávěry s hydraulickým pohonem. Plavební komoru je možno provizorně zahradit pomocí příplavových hradidel. Rejdy plavebních kanálů jsou vybaveny ocelovými svodidly nové konstrukce.

Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) Nymburk je umístěna na pravém břehu Labe, od kterého je oddělena malým ostrovem. Na vtoku k MVE je dřevěná norná stěna, která je zároveň opěrným prvkem hrubých česel a manipulační lávky. Ve vtoku od krátkého přivaděče je plovoucí norná clona a betonový práh ve dně vysoký 1,50 m, který brání chodu hrubších splavenin k turbínám.

Před vtokem do turbínových kašen je manipulační lávka na kovovém roštu s jemnými česlemi na sklonu 58° , jejichž celková šířka je 45,0 m. Lávka slouží pro pojezd stroje na čištění česlí. Na vtoku ke každé z pěti turbín jsou dvě stavidla o výšce 4,10 m, jedno o šířce 5,33 m, druhé 2,73 m. Pohon stavidel je elektrický popř. ruční. Přístup k vodní elektrárně je ze železobetonové lávky uložené na dělicích pilířích jednotlivých kašen.

V roce 2009 proběhla rekonstrukce, kdy byla provedena kompletní výměna tří soustrojí s Francisovými turbínami za tři moderní vertikální Kaplanovy turbíny s průměrem oběžného kola 2 250 mm. Byla provedena částečná výměna celého technologického zařízení elektrárny. V rámci automatizace elektrárny bylo realizováno snímání dolní a horní hladiny. Čtvrtá Francisova a pátá Kaplanova turbína byly opraveny formou převinutí generátorů a generální opravou turbín. Také byly doplněny o automatiku soustrojí.

Celková hltnost turbín je $92 \text{ m}^3/\text{s}$. Celkový instalovaný výkon MVE je 2 012 kW. Pod oběžnými koly jsou savky rozšiřující se na dva obdélníkové výtokové otvory o rozměrech $3,38 \times 3,90$ m. Minimální spád hladin, při kterém je MVE ještě v provozu je 1,40 m [16].

13 MVE KOSTOMLÁTKY

Malá vodní elektrárna Kostomlátky se nachází západně od Nymburka cca 4,5 km, na říčním kilometru 891,440 a GPS souřadnicích 50.169325, 14.985183. Vlastníkem MVE je firma ENERGO-PRO Czech s.r.o.



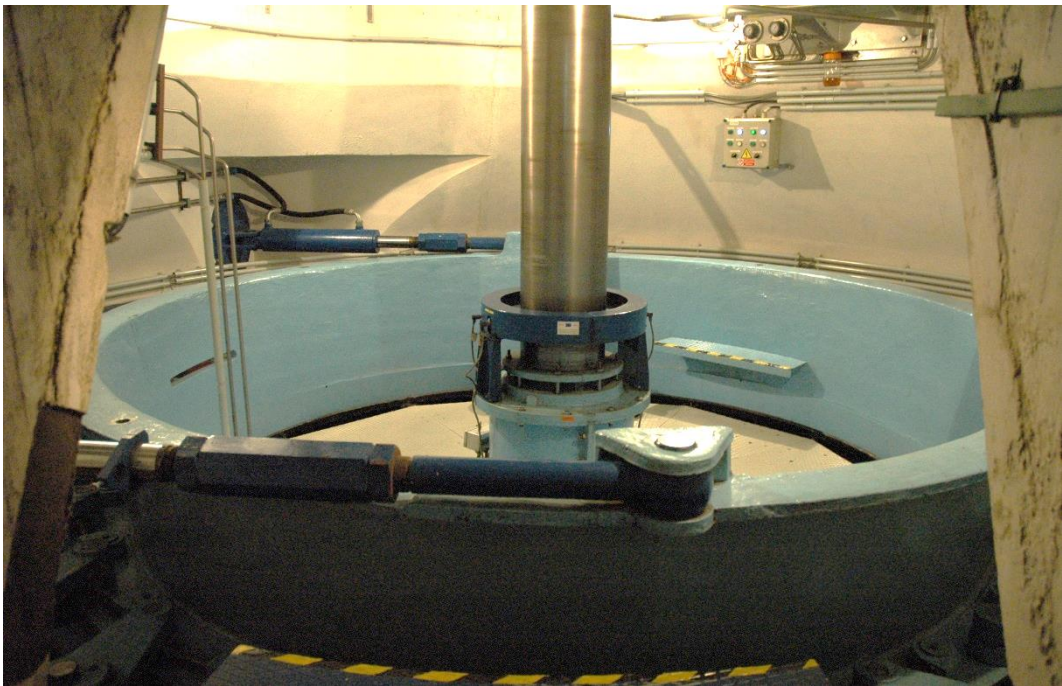
Obr.28 Poloha MVE Kostomlátky
zpracováno podle [3]



Obr.29 MVE Kostomlátky



Obr.30 Strojovna MVE Kostomlátky



Obr.31 Pohled na turbínu ve spodní části strojovny

Tab.28 Základní parametry jezové zdrže MVE Kostomlátky [17]

spád hladiny	3,70 m
délka zdrže	5,053 km
objem jezové zdrže	1,408 mil.m ³

Tab.29 Parametr turbín MVE Kostomlátky [17]

typ turbín	2 × vertikální, kašnovité Kaplan 4K 69
minimální spád	1,70 m
průtok	2 × 40 m ³ /s = 80,00 m ³ /s
výkon generátorů	2 × 1 350 kW = 2 700 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory s plavebními kanály, malé vodní elektrárny, rybiho přechodu.

Jez

Jez má tři pole o světlosti 24,0 m, která jsou hrazena ocelovými stavidly s nasazenými dutými klapkami. Hrazená výška je u všech polí 4,0 m, kde stavidlo hradí 2,60 m a klapka 1,40 m. Maximální hrazená výška klapky je 1,53 m. Hradící tělesa (tabule) jsou tenkostěnné ocelové konstrukce, uložena na kolových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují zdvih stavidel. Pohybovací mechanismy jsou umístěny ve strojovnách jezových věží. Zdvih tabule a ovládání klapky se děje převodem ozubených kol a transmisním pohonem, umístěným pro každé jezové pole v levostranném pilíři. Pohon zdvihadel je elektrickým pohonem popř. ručně.

Jezová pole jsou oddělena pilíři šířky 4,0 m, délky 20,0 m. Horní zhlaví pilířů je zaoblené do hydraulicky vhodného tvaru.

V pravém jezovém pilíři, který odděluje jez od plavební komory, je vybudován rybí přechod o šířce 1,20 m.

Plavební komora s plavebními kanály

Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu řeky a je oddělena od vlastního jezu dělicími zdmi. Plavební komora je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m s hloubkou nad záporníkem 3,0 m.

V horním a dolním ohlaví PK se provádí bočními obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech 1,75 × 2,0 m. Uzávěry obtoků jsou hrazeny vertikálními stavítky s hydraulickým pohonem. Plavební komoru je možno provizorně zahradiť pomocí příplavovaných hradidel.

Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) Kostomlátky je umístěna na levém břehu Labe. Vtoková část elektrárny má dělicí betonový pilíř mezi jezem a vlastní elektrárnou, železobetonovou nornou stěnu s lávkou s hrubými česlemi. Hrubé česle jsou tvořeny ocelovými trubkami o průměru 150 mm s roztečí 600 mm. Délka lávky hrubých česlí je 48 m. Na vstupu do betonových spirálových kašen jsou umístěny jemné česle z ocelových prutů o rozměrech 8 × 80 mm s roztečí 90 mm, šířka česlí každého vtoku je 10 m. K čištění česlí je nainstalován hydraulický pojezdový čistící stroj. Před jemnými česlemi odbočují proplachovací a odplavovací kanál pro odplavení případného náplavu.

Vtok do kašen je 22,30 m široký, kašny jsou ve vtoku vzájemně oddělené pilířem širokým 1 m. K hrazení kašen se používají ocelová hradidla výšky 50 cm. K zahrazení vtoku jedné turbíny je třeba 14 kusů hradidel.

Ve spirálových kašnách turbín železobetonové spodní stavby MVE jsou osazeny dvě vertikální Kaplanovy turbíny typu 4K 69 z roku 1954. Hltnost každé turbíny je $40 \text{ m}^3/\text{s}$, max. hltnost celé MVE je $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Výkon jednoho generátoru je 1 350 kW, celkový instalovaný výkon vodní elektrárny je 2 700 kW. Soustrojí pracují v hladinové regulaci pomocí elektrohydraulických generátorů.

Minimální spád, při kterém je elektrárnu možno provozovat, je cca 1,70 m [17].

14 MVE LYSÁ NAD LABEM

Malá vodní elektrárna Lysá nad Labem se nalézá v katastru obce Lysá nad Labem, na říčním kilometru 878,071 a GPS souřadnicích 50.176491, 14.827222. Vlastníkem MVE je firma Povodí Labe, státní podnik.



Obr.32 Poloha MVE Lysá nad Labem
zpracováno podle [3]



Obr.33 MVE Lysá nad Labem

Tab.30 Základní parametry jezové zdrže MVE Lysá nad Labem [18]

spád hladiny	3,10 m
délka zdrže	9,499 km
objem jezové zdrže	2,357 mil. m ³

Tab.31 Parametry turbín MVE Lysá nad Labem [18]

typ turbíny	kašnovitá Kaplan
minimální spád	1,20 m
průtok	53,00 m ³ /s
výkon generátorů	1 500 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory s plavebními kanály, malé vodní elektrárny, rybiho přechodu.

Jez

Pohyblivý jez má tři jezová pole o světlosti 23,0 m, která jsou hrazena ocelovými stavidly typu Stoney s nasazenými úhlovými klapkami. Hrazená výška je u všech jezových polí 4,60 m, přičemž stavidlo hradí 3,10 m a klapka 1,50 m. Jezová pole jsou oddělena pilíři šířky 3,60 m a délky 20,0 m. Horní zhlaví pilířů je zaobleno do hydraulicky příznivého tvaru.

Hradící tělesa jsou uložena na válečkových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují zdvih stavidel. Zdvih tabulí a ovládání klapek v jednotlivých jezových polích zajišťují transmisy ze středních balkónových budek s rozvodem převodů do strojoven pohybových mechanismů na pilířích jezu. Manipulaci s klapkami umožňují článkové řetězy. Pohon zdvihadel je elektrický popř. ruční.

V levém jezovém pilíři je vybudován rybí přechod o šířce 1,20 m. Jezová pole je možno zahradit z horní i dolní vody provizorním hrazením. Na jezu Lysá nad Labem je k dispozici pouze hrazení z horní vody, které pro jedno jezové pole tvoří 3 slupice + 4 ks ocelové lávky a ocelová hradla o délce 5,80 m. Hrazení z dolní vody je potřeba přivést z jezu Čelákovice.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna při levém břehu, je jednolodní o rozměrech 85 × 12 m. Od vlastního jezu je PK oddělena rozšířeným pilířem, který přechází v dělicí zeď. Stěny plavební komory jsou tvořeny 2 řadami železobetonových panelů zakotvených do původního zdiva.

Minimální hloubka vody nad záporníkem je 3,0 m. V horním i dolním ohlaví PK jsou vzpěrná ocelová vrata. Pohon vrat je zajištěn hydraulickými servoválci. Plnění i prázdnění PK se provádí obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech 1,75 × 2,0 m. Uzávěry obtoků jsou hrazeny vertikálními stavidly s hydraulickým pohonem. Plavební komoru je možno provizorně zahradit pomocí příplavovaných hradidel.

Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) Lysá nad Labem (Tři Chaloupky) je umístěna na pravém břehu Labe. Na vtoku do MVE je instalována norná stěna, která je současně opěrným

prvkem hrubých česel a manipulační lávky. Vtok ke spirálové kašně turbíny je chráněn stěnou z jemných česlí o celkové délce 11,6 m. Česlová stěna je tvořena ocelovými pruty o délce 6,0 m s roztečí 70 mm. Čištění česlí provádí hrabací stroj s hydraulicko-elektrickým pohonem.

Ve spirálové kašně je umístěna jedna Kaplanova turbína z roku 1948. Instalovaný výkon při maximální hltnosti $53 \text{ m}^3/\text{s}$ je 1 500 kW. Vtok na turbínu je možno uzavřít hydraulicky ovládaných stavidlem (rychlouzávěr). Minimální spád hladin, při kterém je MVE v provozu, je 1,20 m [18].

15 MVE HRADIŠTKO

Malá vodní elektrárna Hradištko se nalézá, na říčním kilometru 887,570 a GPS souřadnicích 50.168395, 14.939466. Vlastníkem MVE je firma ENERGO-PRO Czech s.r.o.



Obr.34 Poloha MVE Hradištko
zpracováno podle [3]



Obr.35 MVE Hradištko

Tab.32 Základní parametry o jezové zdrži MVE Hradištko [19]

spád hladiny	2,90 m
délka zdrže	3,870 km
objem jezové zdrže	1,117 mil. m ³

Tab.33 Parametry turbín MVE Hradištko [19]

typ turbíny	2 × vertikální, kašnovité Kaplan 4K 69
minimální spád	1,50 m
průtok	2 × 40 m ³ /s = 80,00 m ³ /s
výkon generátorů	2 × 1 003 kW = 2 006 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory s plavebními kanály, malé vodní elektrárny.

Jez

Jez má tři pole o světlosti 24,0 m, která jsou hrazena zdvižnými ocelovými stavidly typu Stoney s nasazenými úhlovými klapkami. Hrazená výška je při hladině 177,59 m n.m. u všech polí 3,60 m, kde stavidlo hradí 2,50 m a klapka 1,10 m.

Hradící tělesa jsou uložena na kolových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které umožňují zdvih stavidel. Zdvih tabule a ovládání klapky se děje převodem ozubených kol a transmisním pohonem, umístěným pro každé jezové pole v pravostranném pilíři. Pohon zdvihadel je elektrickým pohonem popř. ručně. Jezová pole jsou oddělena pilíři šířky 3,70 m a délky 20,0 m. Horní zhlaví pilířů je zaoblené do hydraulicky vhodného tvaru.

V pravém jezovém pilíři je vybudován rybí přechod o šířce 1,20 m.

Plavební komora s plavebními kanály

Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu a od vlastního jezu je oddělena ostrovem. Plavební komora je jednolodní o rozměrech 85,0 × 12,0 m, hloubka nad záporníkem je 3,0 m. V horním a dolním ohlaví PK jsou vzpěrná ocelová vrata. Pohon vrat je zajištěn hydraulickými servoválci. Plnění a prázdnění plavební komory se provádí obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech 1,75 × 2,0 cm. Uzávěry obtoků jsou hrazeny vertikálními stavidly s hydraulickým pohonem. V místě klenby obtoků jsou provedeny odvzdušňovací otvory za účelem vyrovnání tlaků při napouštění a vypouštění komory. Plavební komoru je možno provizorně zahradit pomocí připlavovaných hradidel.

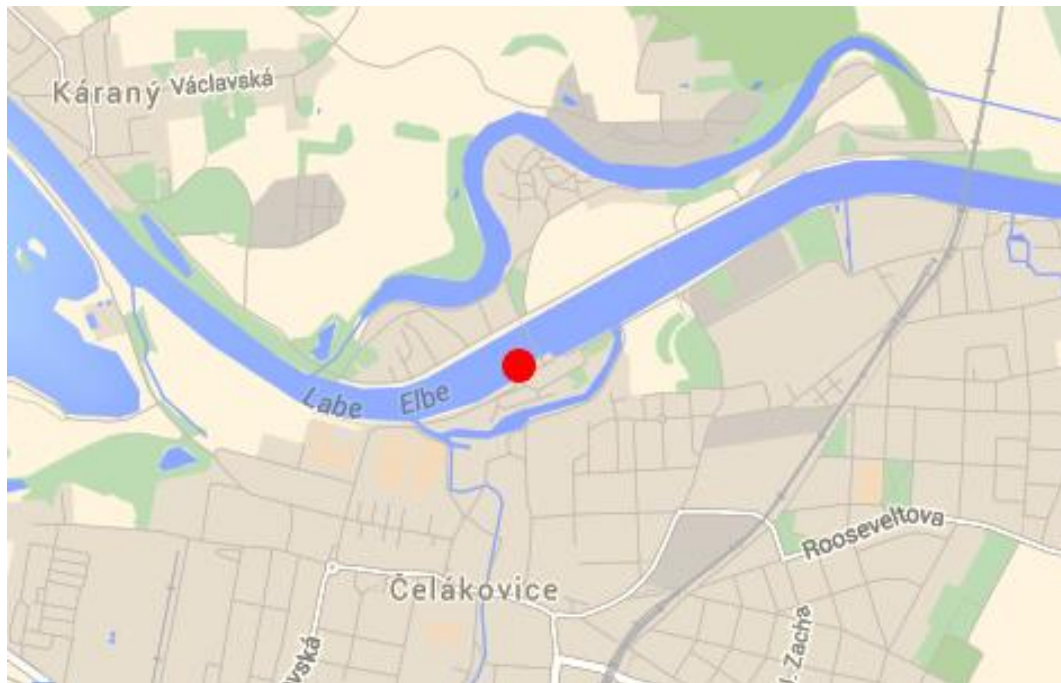
Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) Hradištko je umístěna na levém břehu Labe. Vtoková část vodní elektrárny má dělicí betonový pilíř mezi jezem a elektrárnou. U vtoku z řeky k elektrárně je železobetonová norná stěna, která je současně opěrným prvkem hrubých česel a manipulační lávky. Hrubé česle jsou tvořeny ocelovými trubkami o průměru 150 mm s roztečí 600 mm. Délka lávky hrubých česlí je 48 m. Na vtoku do obou betonových spirálních kašen jsou umístěny jemné česle z ocelových prutů o rozměrech 8 × 80 mm s roztečí 90 mm, šířka česlí každého vtoku je 10 m. K čištění česlí je instalován hydraulický pojezdový čistící stroj. Před jemnými česlemi odbočují proplachovací a odkalovací kanál pro odplavení případného náplavu. Uzavírají se šoupaty z lávky jemných česlí.

K hrazení kašen se používají ocelová hradidla výšky 50 cm. K zahrazení vtoku jedné turbíny je třeba 14 kusů hradidel. Ve spirálových kašnách jsou osazeny dvě vertikální Kaplanovy turbíny typu 4K 69 z roku 1953. Hltnost každé turbíny je 40 m³/s, maximální hltnost celé MVE je 80 m³/s. Výkon jednoho generátoru je 1 003 kW, celkový instalovaný výkon vodní elektrárny je 2 006 kW. Minimální spád, při kterém je možno elektrárnu provozovat, je cca 1,50 m [19].

16 MVE ČELÁKOVICE

Malá vodní elektrárna Čelákovice se nalézá, na říčním kilometru 872,327 a GPS souřadnicích 50.168848, 14.752983. Vlastníkem MVE je firma Mlýn Čelákovice spol. s.r.o.



Obr.36 Poloha MVE Čelákovice
zpracováno podle [3]



Obr.37 MVE Čelákovice



Obr.38 Generátor ve strojovně MVE Čelákovice
[20]

Tab.34 Základní parametry jezové zdrže MVE Čelákovice [21]

spád hladiny	2,70 m
délka vzdutí	5,713 km
objem jezové zdrže	1,447 mil.m ³

Tab.35 Parametry turbín MVE Čelákovice (v budově mlýna) [21]

typ turbín	4 × MT 5
průtok	4 × 1,00 m ³ /s = 4,00 m ³ /s
výkon generátorů	4 × 14 kW = 56 kW

Tab.36 Parametry turbín MVE Čelákovice (v jalové propusti) [21]

typ turbín	TM 10
průtok	4,50 m ³ /s
výkon generátorů	54 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, plavební komory I a II, jalové propusti, malé vodní elektrárny.

Jez

Tři jezová pole, každé o šířce 23,0 m, jsou hrazena ocelovými stavidly typu Stoney s nasazenými rourovými klapkami. Hrazená výška je u všech polí 4,20 m, kde stavidlo hraří 2,70 m a klapka 1,50 m.

Hradící tělesa jsou uložena na kolových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které zajišťují zdvih stavidel. Pohybovací mechanismy jsou umístěny v jezových budkách. Pohyb jezových těles se děje převodem ozubených kol na Gallovy řetězy, které

ovládají pohyb klapky i tělesa. Ovládání je jak elektrické tak i ruční. Jezová pole je možno rovněž zahradit provizorním hrazením.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna při levém břehu, je jednolodní o rozměrech $85,0 \times 12,0$ m, hloubka pod záporníkem je 3,0 m. Od vlastního jezu je PK oddělena upraveným pilířem o šířce 6,0 m, který přechází v dělicí zeď.

V horním a dolním ohlavi PK jsou vzpěrná ocelová vrata s ocelovým opeřením. Pohon vrat je zajištěn hydraulickými servoválci. Plnění a prázdnění PK se provádí obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech $1,6 \times 2,2$ m. Uzávěry obtoků jsou vertikální stavidla, která se pohybují po ocelovém vedení na kolech přimontovaných na tělesa stavidel. Pohon uzávěrů obtoků je rovněž hydraulický.

Rejdy plavebních komor jsou vybaveny ocelovými stavidly nové konstrukce a dalbami s úvazným zařízením. Délka jak horního, tak i dolního plavebního kanálu je 100 m.

Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) v objektu mlýna v Čelákovících leží na náhonu, který odbočuje na levém břehu Labe ve vzdálenosti cca 200 m nad horním ohlavím plavební komory VD Čelákovice. Voda k mlýnu je přivedena náhonem o délce cca 540 m a šířce 16 m, kapacita náhonu je odhadována na cca $11 \text{ m}^3/\text{s}$. Náhon je zaústěn cca 350 m pod jezem. Jde o průtočnou MVE bez stálé obsluhy, pouze s dočasným dohledem.

V budově mlýna jsou instalovány 4 turbíny MT 5, každá o hltnosti $1 \text{ m}^3/\text{s}$ a max. výkonu 14 kW. V jalové propusti je turbína TM 10 o max. hltnosti $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ a instalovaném výkonu 54 kW. Celkový instalovaný výkon všech turbín při max. hltnosti $8,5 \text{ m}^3/\text{s}$ je tedy 110 kW. Všechny turbíny jsou od firmy MAVEL, jde o násoskové vrtulové turbíny s vertikální hřídelí.

Před vtokem na turbíny MT 5 v budově mlýna jsou instalovány jemné česle s ručním čištěním a stavidla k zahrazení vtoku do kašen turbín. Nově instalovaná turbína TM 10 je umístěna do prvního jalového kanálu vtokové části s normou stěnou na vtoku. Prostor turbíny je možno zahradit stavidlem.

Provoz MVE je řízen hladinovou regulací. Turbíny se z provozu odstavují automaticky v případě poklesu horní či dolní hladiny, při poklesu spádu na cca 1,2-1,5 m, při převádění povodňových průtoků, kdy hrozí zatopení elektrické části technologie MVE a při výpadku sítě. Ve všech těchto případech dojde k otevření elektromagnetického ventilu a k zavzdušnění savek, čímž se během cca 10 sekund turbína odstaví. Soustrojí se uvádí do chodu roztočením asynchronního elektromotoru připojeného na veřejnou síť při současném uzavření elektromagnetického ventilu [21].

17 MVE BRANDÝS NAD LABEM

Malá vodní elektrárna Brandýs nad Labem se nalézá 17,02 km severovýchodně od Prahy, na říčním kilometru 865,205 a GPS souřadnicích 50.187799, 14.668535. Vlastníkem MVE je firma ENERGO-PRO Czech s.r.o.



Obr.39 Poloha MVE Brandýs nad Labem
zpracováno podle [3]



Obr.40 MVE Brandýs nad Labem

Tab.37 Základní parametry jezové zdrže MVE Brandýs nad Labem [22]

spád hladiny	3,65 m
délka vzdutí	7,122 km
objem jezové zdrže	1,846 mil.m ³
zatopená plocha	0,566 km ²

Tab.38 parametry turbín MVE Brandýs nad Labem [22]

typ turbín	2 × kašnovitá Kaplan TG 1
průtok při spádu 3,50 m	2 × 45,00 m ³ /s = 90,00 m ³ /s
výkon generátorů	2 × 990 kW = 1 980 kW
minimální spád	1,20 m

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, plavební komory, jalové výpusti, malé vodní elektrárny, umělé slalomové dráhy, vtok do mlýnské odpadní, vtoku do turbíny, odvodňovací zařízení.

Jez

Tři jezová pole, každé o šířce 23,5 m, jsou hrazena ocelovými stavidly typu Stoney s nasazenými úhlovými klapkami. Hrazená výška je u všech polí 4,92 m, kde stavidlo hradí 3,42 m a klapka 1,50 m.

Hradicí tělesa jsou uložena na válečkových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které zajišťují zdvih stavidel. Zdvih tabule a ovládací klapky se zajišťuje transmisemi vždy ze střední balkonové budky s rozveden převodů do strojoven pohybových mechanismů na obou jezových polích. Manipulaci s klapkami zajišťují článkové řetězy. Pohyb je zajištěn elektrickým pohonem popř. ručně. Jezové pole je možno zahradiť provizorním hrazením z dolní i horní vody.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna při pravém břehu. Od jezu a vodní elektrárny je oddělena ostrovem. Plavební komora je jednodlná o rozměrech 85,0 × 12,0 m s hloubkou vody nad záporníkem 3,0 m. V horním i dolním ohlavi jsou vzpěrná ocelová vrata, jejichž pohon je zajištěn hydraulickými servoválci. Plnění a prázdňení PK se provádí obtoky zaklenutého tvaru o rozměrech 1,60 × 2,20 m, které jsou hrazeny kónickými segmentovými závěry, pohon segmentů je hydraulický.

Horní plavební kanál je dlouhý 870 m, dolní plavební kanál má délku 330 m. Rejdy jsou vybaveny ocelovými svodidly. V horní rejdě jsou 3 dalby pro uvazování lodí a jedna lávka vedoucí na břeh. Na pravé straně horního plavebního kanálu je vysokovodní vázací zařízení tvořené 3 dalbami.

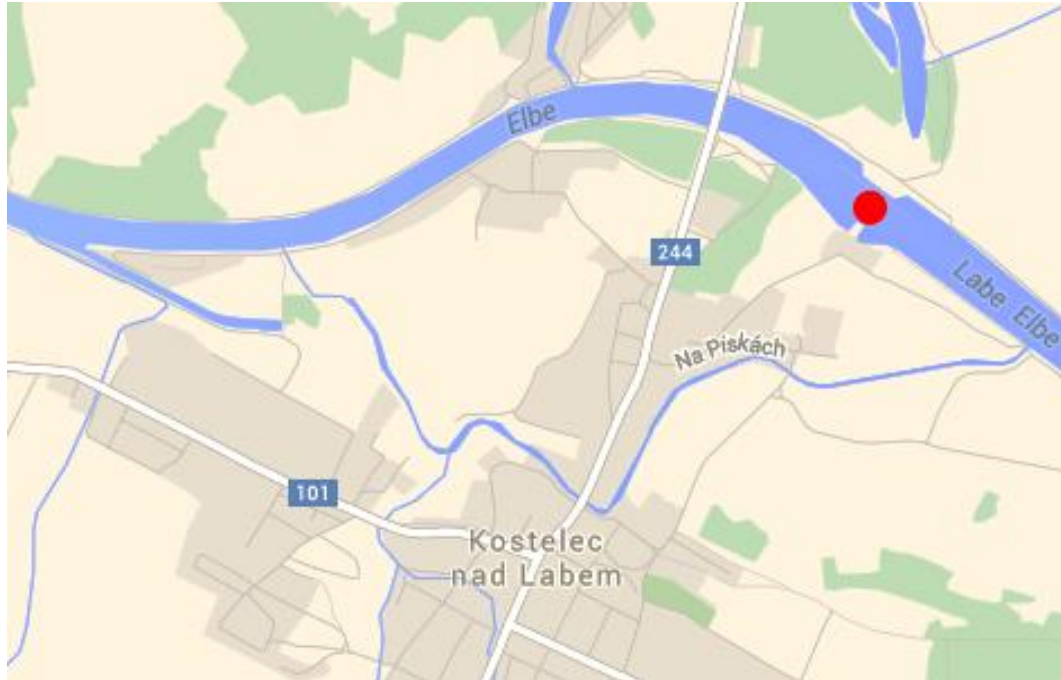
Malá vodní elektrárna

Vodní elektrárna je umístěna na pravém břehu Labe. U vtoku je plovoucí ocelová norná stěna s obslužnou lávkou, která současně plní funkci hrubých česel. Vtok ke spirálovým kašnám turbín je chráněn jemnými česlemi o celkové délce 23 m. Jednotlivé díly česlí jsou sestaveny z ocelových prutů o délce 6,0 m s roztečí 80 mm. K čištění česlí je instalován hrabací stroj s elektrickým pohonem. Vtoky do kašen jsou upraveny jako násosky, jimiž se zvedá hladina vody v kašnách o 1,30 m nad kótu vzdutí horní vody.

V kašních jsou instalovány 2 Kaplanovy turbíny TG 1 z roku 1934 s max. celkovým výkonem 1,98 MW (2×990 kW, při hlnosti $45 \text{ m}^3/\text{s}$ na jedno soustrojí) při spádu 3,50 m. Minimální spád pro provoz MVE je 1,20 m [22].

18 MVE KOSTELEC NAD LABEM

Malá vodní elektrárna Kostelec nad Labem se nachází v katastru stejnojmenného města, na říčním kilometru 857,430 a GPS souřadnicích 50.235075, 14.598166. Jez a plavební komora je ve vlastnictví České republiky. Právo hospodařit s majetkem státu má Povodí Labe, státní podnik.



Obr.41 Poloha MVE Kostelec nad Labem
zpracováno podle [3]



Obr.42 MVE Kostelec nad Labem

Tab.39 Základní parametry jezové zdrže MVE Kostelec nad Labem [23]

objem v jezové zdrži	1,82 mil. m ³
zatopená plocha	0,62 km ²
délka vzdutí	7,124 km
spád hladin	3,65 m

Tab.40 Parametry turbín MVE Kostelec nad Labem TG1 a TG2 [23]

typ turbín	3 × kašnová, vertikální, spirálová Kaplan
maximální průtok při spádu 3,50 m	30,00 m ³ /s
výkon turbín	3 × 1 000 kW = 3 000 kW
maximální výkon na svorkách generátoru	107 kW
otáčky turbín	104 ot/min

Tab.41 Parametry turbíny MVE Kostelec nad Labem TG3 [23]

typ turbín	Francis
maximální průtok při spádu 3,50 m	30,00 m ³ /s
výkon turbín	772 kW
otáčky turbín	52 ot/min

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, plavební komory, MVE, šterkové propusti, náпустního objektu bývalého mlýna, odvodňovacího příkopu, rozvodny.

Jez

Jez má 3 pole o světlosti 24 m hrazená stavidlovými uzávěry s nasazenou úhlovou klapkou. Maximální hrazená výška je 5,30 m, z toho stavidlo hradí 3,75 m a klapka 1,55 m. Hradící tělesa jsou uložena v kolových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, klapky na článkových řetězech. Zdvih stavidla a ovládání klapky je zajištěno vždy ze střední balkónové budky s rozvodem převodů do strojoven na obou sousedících pilířích. Pohon zdvihadel je elektrický, v případě potřeby ruční.

Jezové pole je možno zahradit provizorním hrazením, které tvoří 3 vyjímatelné slupice a ocelová hradla délky 5,80 m o počtu 400 ks na každé pole.

Plavební komora

Plavební komora je jednolodní, užité rozměry jsou 85,0 × 12,0 m, hloubka nad záporníkem 3,0 m. V obou ohlavích jsou vzpěrná vrata ocelové konstrukce ovládaná hydraulickými servoválci. Obtokové uzávěry jsou ocelové kónické segmenty, poháněné hydraulickými servoválci. Ovládání je buď z velína umístěného u horního ohlaví nebo z místa.

Malá vodní elektrárna

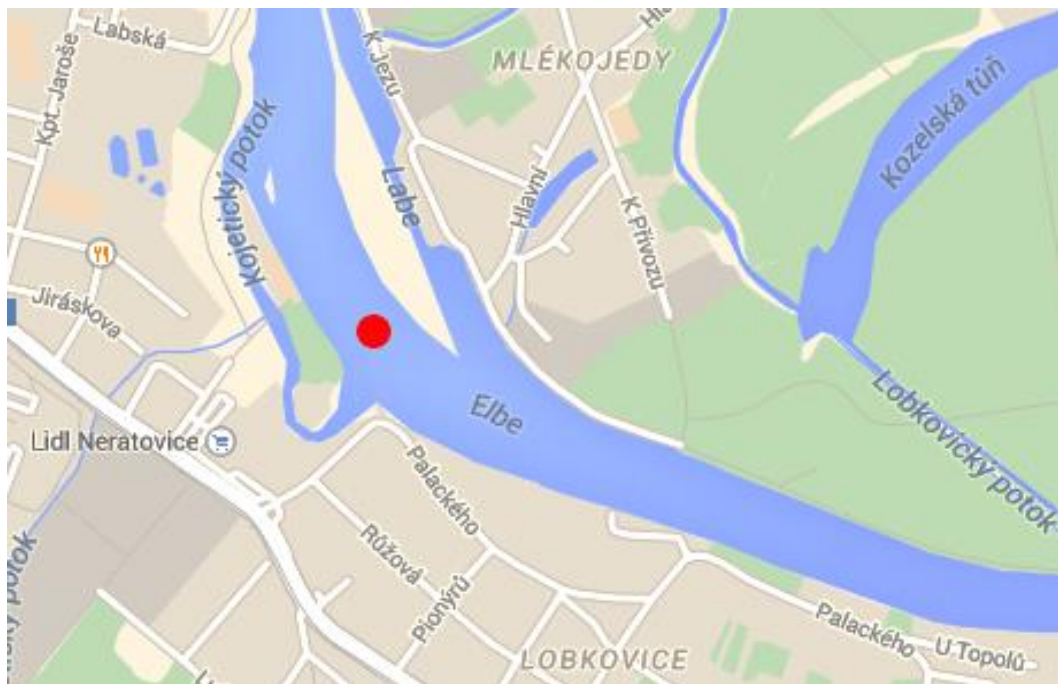
Vodní elektrárna je umístěna při levém břehu řeky. Před vtokem do spirálových kašen turbín jsou jenně česle šířky 36,0 m, jejichž jednotlivá pole jsou sestavena z plochých ocelových prutů 7,0 m dlouhých s roztečí 50 mm. Před česlemi je proplachovací pískový kanál zaústěný do odpadu pod šterkovou výpustí. Vtok ke každé kašně je hrazen dvěma stavidly, vysokými 4,5 m o šířce 6,2 m a 3,1 m s elektrickým pohonem. Česle jsou čištěny strojně.

Ve spirálových kašnách elektrárny jsou instalovány tři vertikální turbíny. Soustrojí TG1 a TG2 jsou poháněna od rekonstrukce elektrárny v roce 2008 Kaplanovými turbínami, každá o výkonu 1 000 kW při hltnosti 30 m³/s, spádu 3,5 m a 104 ot/min. Soustrojí TG3 je poháněno původní Francisovou turbínou o výkonu 772 kW při hltnosti 30 m³/s, spádu 3,5 m a 52 ot/min. Minimální spád, při kterém je možno ještě elektrárnu provozovat, je 1,2 m. Celkový instalovaný výkon elektrárny je 2,77 MW.

Rozváděcí ústrojí každé turbíny je ovládáno olejovým regulátorem, umístěným na podlaží turbíny. Vertikální synchronní generátory soustrojí TG1 a TG2 mají výkon 1 250 kVA, 1 000 kW při napětí statoru 6,3 kV a 600 ot/min. Buzení je zajišťováno statickou budicí soustavou umístěnou v rozvaděči ve strojovně. Synchronní generátor soustrojí TG3 je s vodorovnou osou o výkonu 1 350 kVA, 780 kW při napětí statoru 6,5 kV a 375 ot/min. Buzení je zajišťováno statickou budicí soustavou [23].

19 MVE LOBKOVICE

Malá vodní elektrárna Lobkovice se nachází na středu tří obcí a to Mlékojed, Neratovic a Lobkovic na říčním kilometru 850,306 a GPS souřadnicích 50.256151, 15.528447. Vlastníkem MVE je Česká republika.



Obr.43 Poloha MVE Lobkovice
zpracováno podle [3]



Obr.44 MVE Lobkovice

Tab.42 Základní parametry jezové zdrže MVE Lobkovice [24]

spád na jezu	2,70 m
délka vzdutí	7,143 km ²
objem v jezové zdrži	1,807 mil.m ³
zatopená plocha	0,699 km ²

Tab.43 Parametry turbín MVE Lobkovice [24]

typ turbín	2 × vertikální, kašnovité Kaplan
maximální průtok	2 × 48 m ³ /s = 96 m ³ /s
výkon turbíny	2 × 590 kW = 1 180 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, plavební komory, MVE, objektu mlýna s odpadní mlýnskou strouhou, kombinovaného náпустního objektu, odvodňovacího příkopu, ochranné protipovodňové hráze.

Jez

Tři jezová pole, každé o šířce 25,0 m, jsou hrazena ocelovými stavidly typu Stoney o výšce 3,14 m s nasazenými čočkovými klapkami o výšce 1,56 m. Hrazená výška je u všech polí 4,40 m, kde stavidlo hradí 3,14 m a klapka 1,26 m.

Na betonových pilířích jezu jsou umístěny pilířové nástavce, nesoucí strojovny ke zdvihu stavidel a manipulační lávku. Hradící tělesa jsou uložena na válečkových podvozcích a zavěšena na Gallových řetězech, které zajišťují zdvih stavidel. Klapky jednotlivých jezových polí jsou ovládány pomocí článkových řetězů. Pohybový mechanismus pro každé stavidlo se skládá z elektromotoru v budce, odkud se transmisemi přenáší pohyb k pilířům a nahoru do strojoven. Jezová pole je možno zahradit provizorním hrazením.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna na pravém břehu Labe, od jezu je oddělena asi 50 m širokým ostrovem. Plavební komora je jednolodní s užitnými rozměry 85,0 × 12,0 m s hloubkou nad záporníkem 3,0 m. V horním i dolním ohlavi jsou vzpěrná vrata s ocelovou konstrukcí a ocelovým hradícím plechem. Pohon vrat je hydraulickými servoválci.

Plnění a prázdňení PK se provádí bočními obtoky, které jsou hrazeny segmentovými uzavěry s hydraulickým pohonem. Plavební komoru je možno provizorně zahradit pomocí příplavovaných hradidel.

Malá vodní elektrárna

Vodní elektrárna je umístěna při levém břehu Labe na ostrově ohraničeném Labem a bývalým mlýnským náhonem. Koryto přivaděče odbočuje z řeky 18 m nad pilířem. U vtoku je železobetonová norná stěna, sloužící rovněž jako manipulační lávka a nosný prvek hrubých česlí. Hrubé česle jsou z ocelových rour průměru 120 mm s roztečí 500 mm. Vtok ke spirálovým kašnám turbín chrání jemné česle s mechanickým čištěním.

V kašnách MVE jsou instalovány dvě vertikální Kaplanovy turbíny, každá z nich o max. hltnosti 48 m³/s a instalovaném výkonu 1,18 MW. Rozváděcí ústrojí je ovládáno automatickým regulátorem otáček [24].

20 MVE OBŘÍSTVÍ

Malá vodní elektrárna Obříství se nachází cca 6km jižně od Mělníka na Labi, na říčním kilometru 843,504 a GPS souřadnicích - 50.301715, 15.482489. Vlastníkem MVE je Česká republika.



Obr.45 Poloha MVE Obříství
zpracováno podle [3]



Obr.46 MVE Obříství



Obr.47 Pohled na část strojovny pod turbínami

Tab.44 Základní parametry jezové zdrže MVE Obříství [25]

spád hladin	3,80 m
délka zdrže	6,80 km
objem jezové zdrže	1,84 mil.m ³

Tab.45 Parametry turbín MVE Obříství [25]

typ turbín	2 × Kaplan Pit
průtok	2 × 60 m ³ /s = 120 m ³ /s
výkon turbíny	2 × 1 680 kW = 3 360 kW
navrhovaný spád	3,30 m
minimální spád	1,65 m

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z pohyblivého jezu, plavební komory, rybiho přechodu, MVE a odvodňovacích příkopů.

Jez

Pohyblivý jez má dvě jezová pole o světlosti 37,0 m hrazená ocelovými hydrostatickými sektory. Maximální hrazená výška sektorů je 3,35 m. Příčný tvar pevné spodní stavby a zcela sklopeného jezu je hydraulicky velmi příznivý, tvoří tzv. Jamborův práh s minimálním vzduťím zejména při velkém průtoku.

V betonové spodní stavbě jezu je komunikační štola o rozměrech 2,0 × 1,9 m, kterou procházejí potrubí k regulačním ventilům, a která umožňuje přístup do obou nábřežních pilířů, a po aretaci a vyčerpání přístup i do tlačných komor sektorů. Regulační ventily, kterými se ovládá pohyb jezu, jsou umístěny v obou pilířích. Ve štole jsou taky zařízení pro sledování deformace spodní stavby. Velín jezu je na pravobřežním pilíři jezu.

Hradicí sektory jsou ocelové svařované plášťové konstrukce. Těsnění sektorů je z rovné a profilové gumy a má udržovat oboustrannou těsnost. Boční štíty sektorů jsou v období mrazů vytápěné. Síla ovládající sektor je výslednicí tlaku v tlačné komoře, hmotnosti sektoru a tlaku přepadající vody. Vlastní ovládání sektoru se provádí regulačním šoupátkem (trojcestný ventil), které podle polohy horní vody napouští tlačnou komoru z regulační nádrže, resp. Vypouští do dolní vody. Regulace polohy sektorů z velínu jezu nebo velínu plavební komory, výjimečně lze manipulovat ručně přímo u regulačních šoupátek. Pohyb šoupátka regulačního ventilu je zajištěn koncovým vypínačem. Pro zajištění správné funkce sektoru v oblasti dolní polohy je možné dodatečně zvýšit pomocí hlavních čerpadel hladinu v regulační nádrži a zajistit tak dostatečný tlak v tlačné komoře jezu.

Plavební komora

Plavební komora (PK) je umístěna v plavebním kanálu, který odbočuje z řeky vpravo nad jezem a tvoří tětivu oblouku řeky, mezi řekou a plavebním kanálem vytváří ostrov. Plavební komora je umístěna zhruba ve třetině délky plavebního kanálu (cca 750 m).

Plavební komora je železobetonové rámové konstrukce, její užité rozměry jsou $85,0 \times 12,0 \times 3,5$ m. Plnění komory je přímé sklopnými vraty Čábelkova typu, prázdnění krátkými obtoky kolem dolních vzpěrných vrat hrazenými stavidly. Levé dolní stavítko a levá dolní vráťeň jsou ovládány v místě uložení servoválců. Sklopná vrata, pravé dolní stavítko a pravá dolní vráťeň jsou ovládány hydraulicky ze strojovny velínu plavební komory. U dolních vrat plavební komory je umístěno vzduchovací zařízení ve vráťňových výklencích, které usnadňuje manipulace s vraty plavební komory v zimním období.

K provizornímu zahrazení plavební komory slouží slupice se stavidly, stejné jaké jsou používány k hrazení jezu.

Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) je umístěna na levém břehu v bloku navazujícím na levobřežní pilíř jezu. Součástí vodní elektrárny je vlastní provozní objekt (strojovna), vtok a odpad.

Přítok vody k elektrárně je z uměle vytvořené zátoky v horní vodě jezu. Dno vtoku je opevněné betonovou deskou, vodorovná část dna kamenným pohozem. Dělicí pilíř mezi jezem a elektrárnou je tvořený rozšířeným levobřežním jezovým pilířem, upraveným do hydraulicky výhodného tvaru. Na opěrné zdi u levého břehu je před vtokem umístěné měřicí zařízení hladiny pro hladinovou regulaci VE.

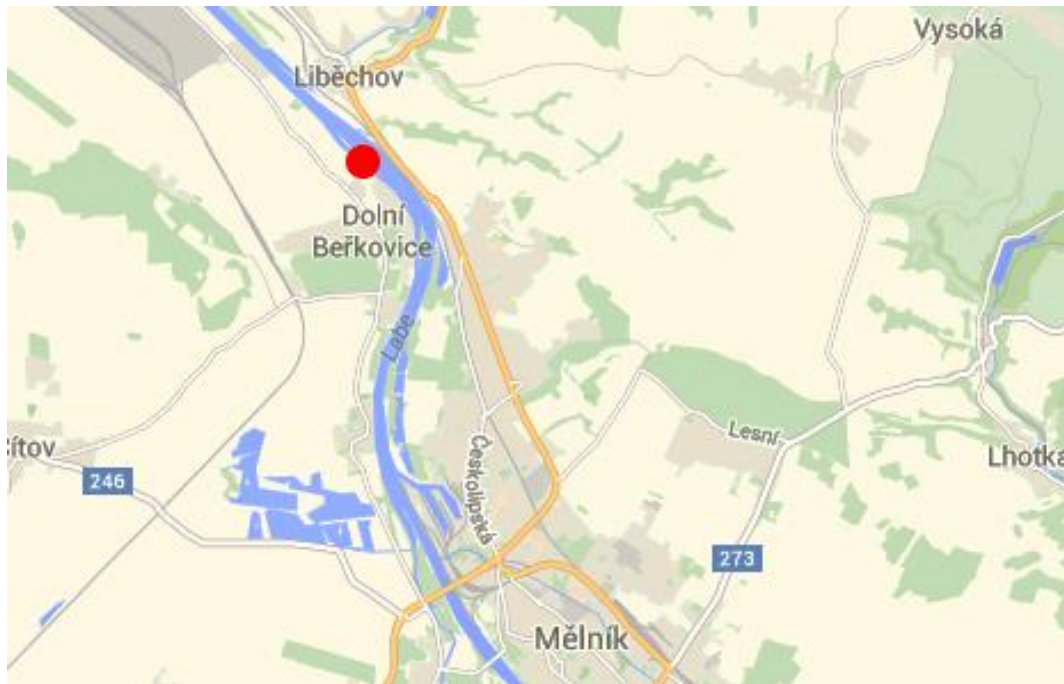
Vlastní vtokový otvor je pilířem rozdělený do dvou částí. Před vtokem jsou umístěné česle, strojně stírané čistícím strojem, a drážky provizorního hrazení. Plošina nad vtokem slouží pro projezd čistícího stroje i pro příjezd ke krajnímu jezovému pilíři.

Vlastní objekt vodní elektrárny má 3 hlavní podlaží. Ve spodním podlaží rozděleném do několika úrovní je nejnižší umístěna jímka pro vyčerpání vtoků a savek. Další úroveň tvoří podlaha pod oběžnými koly, výše je pak umístěna strojovna s oddělenými částmi pro umístění transformátorů, čerpací techniky chladicí vody a se samostatným dílenským koutem. Ve druhém podlaží je elektrorozvodna 22 kV, ve třetím podlaží dozorna a sociální zařízení [26].

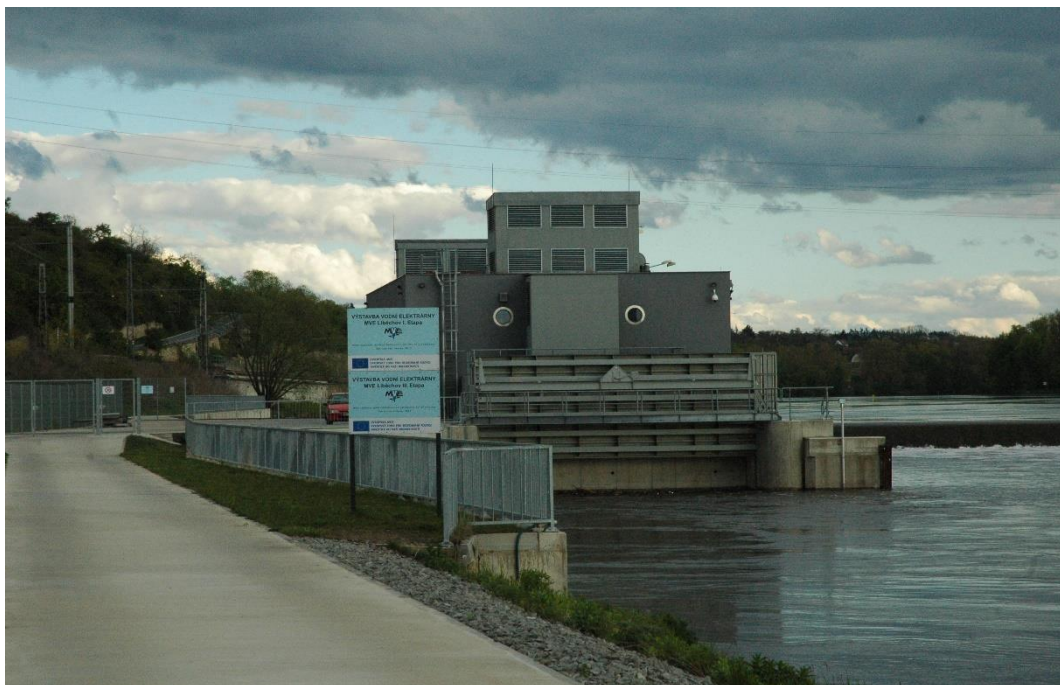
Elektrárna pracuje se spádem hladin pouhých 1,5–3,8 m. Jsou v ní instalována dvě horizontální turbosoustrojí s průtočnými přímoproudými Kaplanovými turbínami typu PIT, převodovky a generátory jsou umístěné v šachtě uprostřed nátoku do turbíny. Maximální hlnost obou turbín řízených průmyslovým počítačem, s oběžnými koly o průměru 3,2 m, je $120 \text{ m}^3/\text{s}$. Instalovaný výkon elektrárny je 3 360 kW [25].

21 MVE LIBĚCHOV

Malá vodní elektrárna Liběchov se nachází cca 5,5km severně od Mělníka po proudu řeky Labe, na říčním kilometru 830,576 a GPS souřadnicích - 50.400945, 14.446608. Vlastníkem MVE je firma MERCATOR Energy a.s.



Obr.48 Poloha MVE Liběchov
zpracováno podle [3]



Obr.49 MVE Liběchov

Tab.46 Základní parametry jezové zdrže MVE Dolní Liběchov [27]

zatopená plocha	1,785 km ²
objem jezové zdrže	4,205 mil.m ³

Tab.47 Parametry turbíny MVE Dolní Liběchov [27]

typ turbíny	Kaplan 4500 K3
průtok při spádu 2,54 m	100 m ³ /s

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, MVE, rybího přechodu, malé a velké plavební komory a dolní a horního plavebního kanálu.

Jez

Sektorový jez v Dolních Beřkovicích má 3 pole. Celková délka jezu včetně plavebních komor je cca 270 m. Světla šířka levého a středního jezového pole je 54,05 m, šířka pravého pole je 51,83 m. Pole jsou oddělena pilíři. Nad úroveň levobřežního pilíře je vybudován velín, v levobřežním pilíři je umístěna hlavní strojovna jezu.

Příčný tvar pevné spodní stavby a úplně sklopeného jezu je hydraulicky velmi příznivý, s minimálním vzduťím při průtoku velkých vod. Zaoblení je dáno válcovou plochou přelivné hrany sektoru. Spodní stavba je železobetonová, oddělená od pilířů dilatačními spárami. Ve směru proti vodě navazuje na část spodní stavby starého jezu. Uvnitř spodní stavby je komunikační štola 2,0 × 1,9 m dlouhá 175 m, umožňující přístup do tlačných komor sektorů. Komunikační štolou prochází potrubí tlakové vody pro ovládání jezu a elektrická instalace jezu. Ve štole jsou též zařízení pro řízení a sledování činnosti jezu a kontrolu stability jezu. Provoz jezu a havarijní situace jsou řízeny počítačem s možností ovládání přímo z jezu i z velínu plavebních komor.

Hradicí sektory jsou ocelové, svařované, plášt'ové konstrukce. Těsnění sektorů je gumové. Síla ovládající sektor je vyvozena tlakem vody v tlačné komoře, tlak je dán rozdílem hladin v regulační nádrži a dolní vody. Síla působí proti vlastní váze sektoru a tlaku přepadající vody. Vlastní ovládání sektoru je prováděno trojcestným šoupětem, které podle hladiny horní vody napouští tlačnou komoru z regulační nádrže. Regulace je automatická, s nastavitelnou tolerancí dodržování horní hladiny. Mimo automatického ovládání je možné i dálkové ovládání jednotlivých polí z velínu nebo ruční ovládání přímo od trojcestných šoupat. Pro zajištění činnosti sektoru v oblasti spodní polohy je možné zvýšení hladiny v regulační nádrži o 50 cm. Zvýšení obstarávají 3 hlavní čerpadla.

Plavební komory

Obě plavební komory jsou situované při levém břehu. Od vlastního řečiště jsou odděleny ostrovem. Čela prsní zdi horního zhlaví velké komory jsou vzhledem k ose nového jezu posunuta směrem po vodě o 5,50 m.

Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna (MVE) Liběchov je postavena mezi pilířem pravého jezového pilíře a ohrázenou plochou inundačního území pravého břehu Labe. Hráz tvoří drážní těleso dvoukolejné elektrifikované tratě Ústí nad Labem - Mělník.

Ve strojovně MVE je instalována turbína s průměrem oběžného kola 4 500 mm. Konstrukčně se jedná o PIT turbínu, to je turbínu s obtékanou převodovkou a generátorem umístěným v šachtě. Hltnost turbíny při návrhovém spádu 2,54 m je 100 m³/s.

V objektu MVE je dále umístěna rozvodna VN a NN, nejnútnejší skladové prostory a zázemí pro obsluhu. Hlavní trafo o výkonu 2700 kVA je umístěno na střeše objektu. Objekt není navržen jako přeléváná vodní elektrárna. Na střeše MVE je proveden montážní otvor, povodňový vstup a otvory pro požární zásah. Přístup do strojovny MVE je zajištěn z pravého břehu po obslužné komunikaci.

Přívodní kanál na MVE je v prostoru bývalé vorové propusti. Obě stěny nátoky tvoří pilotová stěna. Světlá šířka přívodního kanálu je proměnná, v místě navázání na strojovnu MVE je 11,4 m, délka vtoku je 84,8 m. Na nátoky je instalován elektronický odpuzovač ryb. Na vtoku MVE jsou osazeny drážky provizorního hrazení, které tvoří dělená ocelová tabulová konstrukce. Na vtoku do MVE jsou osazena pole jemných česlí o světlosti 11 mm. Česle jsou osazeny pod úhlem 70° , zakotveny ve dně nátoky a nad úrovní hladiny opřeny o hydraulicky tvarovaný nátok. Shrabky česlí odstraňuje čistící stroj česlí pohybující se po kolejkách. Výtok z turbíny je zajištěn savkou [27].

22 MVE ŠTĚTÍ - RAČICE

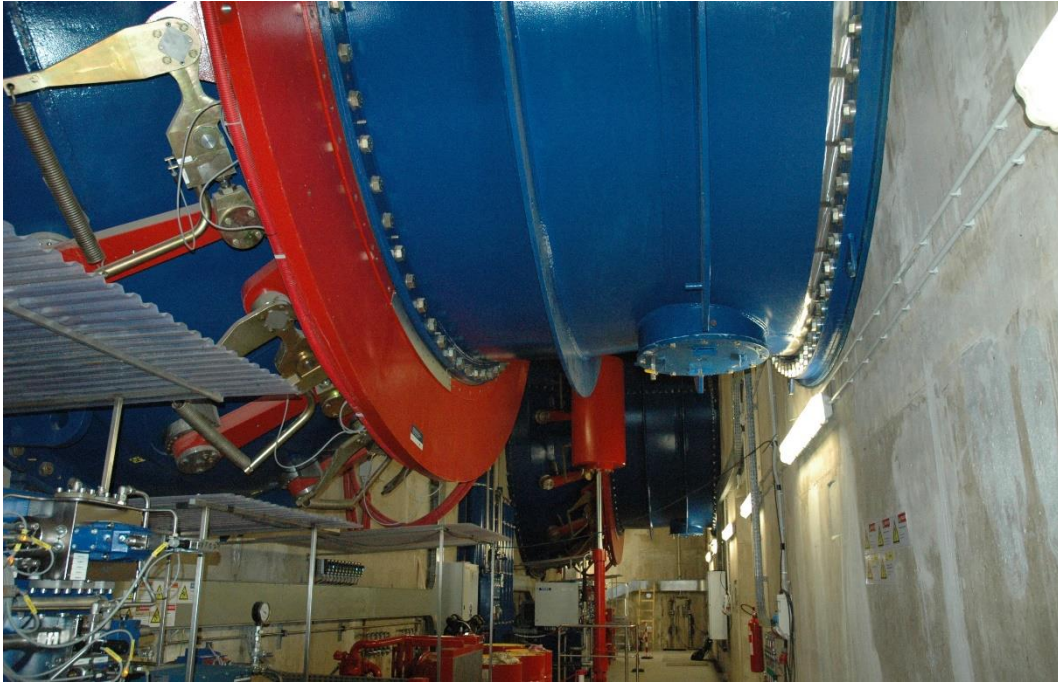
Malá vodní elektrárna Štětí - Račice se nachází cca 17km severozápadně od Mělníka po proudu řeky Labe, na říčním kilometru 818,938 a GPS souřadnicích - 50.473676, 14.341747. Vlastníkem MVE je Česká republika.



*Obr.50 Poloha MVE Štětí - Račice
zpracováno podle [3]*



Obr.51 MVE Štětí - Račice



Obr.52 Pohled na strojovnu pod Kaplanovými turbínami

Tab.48 Parametry jezové zdrže MVE Štětí - Račice [28]

délka vzdutí	11,64 km
objem jezové zdrže	6,46 mil.m ³
zatopená plocha	2,20 km ²

Tab.49 Parametry turbíny MVE Štětí - Račice [28]

typ turbín	2 × Kaplan 5100
průtok při spádu 2,60 m	2 × 170 m ³ /s = 340 m ³ /s
minimální spád	1,20 m
celkový výkon MVE	5 200 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo tvoří jez, malá vodní elektrárna, rybí přechody, malá a velká plavební komora a dolní a horní plavební kanál.

Jez

Jez má 6 polí a celkovou délku cca 240 m. Jezová pole jsou vzájemně oddělena betonovými pilíři o šířce 3,60 m a délce 21,50 m. Proti horní vodě mají pilíře zhlaví zakončená válcovou plochou, proti dolní vodě jsou zakončeny tupě. V bocích pilířů jsou výřezy pro provizorní hrazení proti horní i dolní vodě. Na pilířích jsou strojovny se zdvihačnými mechanismy. Stavebně jsou strojovny předsunuty nad segmenty a podepřeny podlouhlým sloupem spočívajícím na spodní části pilíře. Pilíře spojuje ocelová příhradová lávka o světlé šířce 2,20 m.

V případě potřeby je možno jezová pole zahradit proti horní i dolní vodě nouzovým uzávěrem, který tvoří slupice a vodorovná hradidla. K zahrazení jezového pole se ocelové slupice příhradové konstrukce upevňují do kotev zabudovaných do jezového prahu.

Plavební komory

Obě plavební komory jsou situované při levém břehu, od řeky jsou odděleny ostrovem. Velká plavební komora má délku 155,00 m a šířku 22,00 m. Malá plavební komora má délku 86,00 m a šířku 11,00 m.

Obtokové kanály o rozměrech $1,90 \times 1,75$ m vyústují po obou stranách horního i dolního ohlaví. Kanály jsou spojeny s vlastní komorou náпустnými otvory. Obtoky jsou opatřeny segmentovými uzávěry po obou stranách vrátní. Pohon uzávěrů i vrat je elektrický s ovládním z místa i dálkově z velínu, v automatickém provozu.

Malá vodní elektrárna (MVE)

Celá konstrukce horní a spodní stavby MVE je provedena jako vodotěsná. Zahrazením vstupních dveří mobilním hrazením je možné zvýšit ochranu až na úroveň parapetů oken.

Spodní stavba MVE je provedena z vodostavebného železobetonu. Šířka objektu činí 30,2 m, jeho délka je 55 m. Základová spára je zalomená a leží v celé ploše na skalním podloží tvořeném křídovými slínovci.

Ve spodní stavbě MVE se nacházejí celkem 2 podlaží. Ve 2. podzemním podlaží je umístěna jímka prosáklé vody, sběrná jímka, sorbční odlučovač ropných látek, ovládní armatur vyčerpání hydraulického obvodu a příslušenství turbín. Ve spodní stavbě jsou umístěny 2 přímoproudé Kaplanovy turbíny v provedení PIT o průměru oběžného kola $D = 5,10$ m. Na vtoku na turbíny, který má obdélníkový průřez, jsou umístěny jemné česle čištěné automatickým pojízdným čistícím strojem pojíždějícím po kolejkách. V 1. podzemním podlaží se nachází vlastní podlaží strojovny s montážním prostorem.

MVE Štětí je navržena jako plně automatická s občasným dohledem. Provedení turbín a jejich regulace umožní bezenergetický provoz soustrojí. To znamená, že při výpadku MVE je po dobu až 30 minut převáděný průtok plynule regulován až do úplného uzavření turbín. Po 30 minutách dojde k uzavření turbín automaticky.

Jako přívodní kanál k MVE složí hydraulicky upravený vtokový objekt cca 0,7 m nad upraveným dnem v nadjezí. Délka přívodního kanálu je cca 72 m. Délka vtokového prahu je cca 86 m. Výtokový objekt slouží k odvedení vody od savek turbín do prostoru koryta pod jezem. Výtokový kanál má délku cca 137 m a je zakončen prahem o šířce 81 m [28].

23 MVE ROUDNICE NAD LABEM

Malá vodní elektrárna Roudnice nad Labem se nachází ve stejnojmenném městě, kterým Labe protéká, přesněji se MVE nachází na říčním kilometru 809,729 a GPS souřadnicích 50.428912, 14.261710. Vlastníkem MVE je Česká republika.



*Obr.53 Poloha MVE Roudnice nad Labem
zpracováno podle [3]*



Obr.54 MVE Roudnice nad Labem



Obr.55 Strojovna MVE Roudnice nad Labem
[29]

Tab.50 Základní parametry o jezové zdrži MVE Roudnice nad Labem [30]

délka vzdutí	9,21 km
objem jezové zdrže	4,21 mil.m ³
zatopená plocha	1,67 km ²
plocha povodí	42 357 km ²

Tab.51 Parametry turbín MVE Roudnice nad Labem [30]

typ turbín	4 × Kaplan PIT
průtok	4 × 56,25 m ³ /s = 225 m ³ /s
instalovaný výkon	4 × 1 125 kW = 4 500 kW
dosažitelný výkon při spádu 2,20 m	3 600 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z hydrostatického jezu, plavební komory, MVE, umělé slalomové dráhy a rybího přechodu.

Jez

Jezová pole jsou navzájem oddělena jezovými pilíři. Příčný tvar pevné spodní stavby jezu má minimální vzdutí při průtoku velkých vod. Návodní stěna sektoru, která je při sklopení ponořena v tlačné komoře, je válcová o poloměru 3,40 m.

Spodní stavba jezu je železobetonová, oddělená od pilířů dilatačními spárami. Ve směru proti vodě navazuje na část spodní stavby starého jezu. Na návodní straně je tlačná komora pro pohyb sektoru. Uvnitř spodní stavby je komunikační štola o rozměrech 2,0 × 2,0 m, umožňující přístup do všech pilířů jezu a po vyčerpání a zaaretování sektorů přístup do tlačných komor sektorů. Komunikační štolou prochází hydraulická a elektrická instalace jezu. Ve štole jsou též zařízení pro sledování deformací spodní stavby jezu.

Hradicí sektory jsou ocelové plášťové konstrukce, které se skládají ze vzdouvací stěny, přelivné stěny a válcové stěny. Těsnění sektorů je gumové. Síla ovládající sektor je vyvozena tlakem vody v tlačné komoře (velikost tlaku je dána rozdílem hladiny v regulační nádrži a hladiny dolní vody), působí proti vlastní hmotnosti sektoru a tlaku přepadající vody. Vlastní ovládání sektoru je prováděno regulačními šoupátky, které v závislosti na úrovni hladiny horní vody napouští tlačnou komoru z regulační nádrže.

Regulace sektorů je automatická s nastavenou tolerancí dodržování horní hladiny. Mimo automatické ovládání je možné i dálkové ovládání jednotlivých polí z velínu nebo přímo od regulačních šoupátek, kde je možné i ruční ovládání. Pro zajištění činnosti sektoru oblasti spodní polohy je možné zvýšení hladiny v regulační nádrži. Zvýšení obstarávají hlavní čerpadla.

Plavební komory

Obě plavební komory jsou situované při levém břehu, od vlastního řečiště Labe jsou odděleny ostrovem. Vzhledem k ose jezu jsou posunuté směrem po vodě o cca 900 m.

Malá vodní elektrárna

Vodní elektrárna (VE) Roudnice nad Labem - Vědomice je typu jezová, průtočná, malá vodní elektrárna, s automatickým bezobslužným provozem s občasným dohledem. VE je vybavena 4 Kaplanovými PIT turbínami s dvojitou regulací výrobce Mavel, a.s., každá s max. hlností 56,25 m³/s, hlnost celé VE je tedy 225 m³/s. Hřídel každé turbíny je vyvedena před vlastní oběžné kolo turbíny - do PITu - na dvoustupňovou přímou převodovku. Před převodovkou je umístěn synchronní generátor o výkonu 1 125 kW a napětí 690 V, vzduchem chlazený. Provozní uzávěr turbín VE je tvořen lopatkami rozváděcího kola.

Rozváděcí kolo je zavíráno hydromotorem z tlakové nádoby oleje nebo gravitačně závažím. Rychlost uzavírání turbín v případě každého výpadku je na turbínách nastavena různě tak, aby byl minimalizován výkyv hladiny (zpětná vlna). Při výpadcích VE může být navíc zajištěn průtok cca 60 % max. průtočné kapacity turbín v plném provozu po dobu cca 20 minut, tzv. bezenergetický provoz.

Výkon z generátorů je vyveden do silových rozvaděčů umístěných v samostatné místnosti ve středu strojovny. Ovládání a automatiku VE zajišťují slaboproudé rozvaděče, umístěné v hlavní hale VE. V levé povodní části strojovny je umístěna trafostanice se suchými transformátory. Řídicí systém VE je propojen s řídicím systémem jezu pro výměnu informací stavu VE a jezu a informací pro umožnění řízení VE řídicím systémem jezu. VE je vybavena hladinovými sondami 2× v nadjezí, 1× v podjezí a 4× za česlemi.

Strojovna VE je monolitická železobetonová konstrukce. Vstup do strojovny je vodotěsnými dveřmi, za povodní a nouzově je možno použít vstup v levém komínu vzduchotechniky s výstupem lávkou na roudnický most. Před strojovnou VE jsou umístěny jemné česle s průlinami 70 mm stírané automaticky pojízdným hydraulickým čistícím strojem Kunc GmbH s teleskopickým ramenem a otočným základem.

Za česlemi (před PITEM) jsou umístěny drážky pro provizorní hrazení vtoků. Hrazení vtoků sestává ze 3 hradidlových desek, které jsou za provozu turbín zavěšeny po jednom díle ve vtocích [30].

24 MVE ČESKÉ KOPISTY

Malá vodní elektrárna České Kopisty se nachází v Ústeckém kraji v obci České Kopisty cca 3,60 km východně od Litoměřic na říčním kilometru 795,688 a GPS souřadnicích - 50.526587, 14.175627. Vlastníkem MVE je Česká republika.



Obr.56 Poloha MVE České Kopisty
zpracováno podle [3]



Obr.57 MVE České Kopisty

Tab.52 Základní parametry jezové zdrže MVE České Kopisty [31]

délka vzdutí	14,04 km
objem jezové zdrže	6,50 mil.m ³
zatopená plocha	2,86 km ²

Tab.53 Parametry turbín MVE České Kopisty [31]

typ turbín	2 × Kaplan PIT, přímoproudá, 5100
průtok	2 × 170 m ³ /s = 340 m ³ /s
minimální spád	1,10 m
maximální spád	3,30 m

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, malé a velké plavební komory, dolního a horního plavebního kanálu, MVE a rybího přechodu.

Jez

Jde o hydrostatický sektorový jez o třech polích. Jezová pole jsou navzájem oddělena jezovými pilíři. Na úroveň pilíře je vybudován velín, který je přístupný po lávce. V levobřežním pilíři je umístěna strojovna jezu.

Příčný tvar pevné spodní stavby jezu je hydraulicky velmi příznivý s minimálním vzdutím při průtoku velkých vod. Zaoblení je dáno válcovou plochou přelivné stěny sektoru. Spodní stavba jezu je železobetonová, oddělená od pilířů dilatačními spárami. Navazuje na část spodní stavby starého jezu. Na návodní straně je tlačná komora pro pohyb sektoru. Uvnitř spodní stavby je komunikační štola o rozměrech 2,0 × 2,0 m umožňující přístup do všech pilířů jezu a po vyčerpání a zaaretování sektorů přístup do tlačných komor sektorů. Komunikační štolou prochází potrubí tlakové vody a elektrická instalace jezu. Ve štolě jsou též zařízení pro sledování deformací spodní stavby jezu.

Hradící sektory jsou ocelové svařované. Těsnění sektorů je gumové - návodní a boční těsnění je jednoduchou profilovou gumou, nad ložisky sektorů je dvojité těsnění profilovou gumou. Pro zabezpečení zimního provozu budou v rámci rekonstrukce jezu instalovány teflonové boční štíty.

Síla ovládající sektor je vyvozena tlakem vody v tlačné komoře, který působí proti vlastní hmotnosti sektoru a tlaku přepadající vody. Vlastní ovládání sektoru je prováděno regulačním šoupátkem, které v závislosti na úrovni hladiny horní vody napouští tlačnou komoru z regulační nádrže, resp. vypouští do spodní vody.

Regulace sektorů je automatická s nastavitelnou tolerancí dodržování horní hladiny. Mimo automatické ovládání je možné i ruční ovládání jednotlivých polí z velína nebo přímo od regulačních šoupátek.

Plavební komory

Obě plavební komory jsou situované při levém břehu, od vlastního řečiště Labe jsou oddělené ostrovem.

V horním ohlavi malé plavební komory (MPK) je jako uzávěr použita klapka, v dolním ohlavi jsou vzpěrná vrata. Obtokové kanály opatřené segmentovými uzávěry jsou ovládány hydraulicky centrálně i z místa. Provizorní hrazení komor je ocelovými hradidly vsazenými do drážek v prsních zdech nad i pod horními a dolními vraty. Hradidla o průměru 0,40 m mají délku 11,30 m.

V ohlavích velké plavební komory (VPK) jsou vzpěrná vrata ocelové konstrukce. Obtokové kanály jsou opatřeny segmentovými uzávěry. Segmenty jsou ovládány elektromechanicky. Ovládání je elektrické pomocí servomotorů. S vlastní komorou jsou obtokové kanály spojeny nápustnými otvory o rozměrech 0,60 × 0,40 m. Provizorní hrazení VPK tvoří slupice, stavidla a lávky.

Malá vodní elektrárna (MVE)

MVE je typu příjezová s automatickým provozem s trvalou obsluhou v denní směně. MVE je vybavena 2 Kaplanovými PIT turbínami s dvojitou regulací výrobce Voith Hydro, Rakousko, každá s max. hltností 170 m³/s, maximální hltnost celé MVE je tedy 340 m³/s. Hřídel každé turbíny je vyvedena – do PITu – na převodovku. Převodovka je dvoustupňová, olejem chlazená. Převodovka je spojena se synchronním generátorem o výkonu 3 800 kVA a napětím 6,3 kV, vzduchem chlazeným. Provozní hrazení turbín MVE je zajišťováno lopatkami rozváděcího kola turbíny. Rozváděcí kolo je ovládáno jednočinným hydromotorem a zavíráno gravitačně závažím.

Turbíny MVE umožňují bezenergetický provoz s převedením až cca 100 % jmenovitého průtoku, který je zajištěn v případě výpadku MVE po dobu 30 minut.

Soustrojí MVE jsou v blokovém uspořádání, tzn. že turbína, převodovka, generátor a blokový transformátor tvoří samostatný blok. Výkon z generátorů je vyveden do silových rozvaděčů v rozvodně VN umístěné na podlaží strojovny. Řídicí systém MVE je propojen s řídicím systémem jezu pro výměnu informací o stavu MVE a jezu (vč. výpadků- havarijních stavů MVE) a informací pro umožnění řízení MVE řídicím systémem jezu.

Vtok do turbín je opatřen ocelovými česlemi se světlostí mezi pruty 90 mm. Česlové pole je společné pro oba vtoky a má šířku 26,5 m a šikmá délka česlí je 13,84 m, česle mají sklon 72°. Česle jsou stírané automaticky nebo manuálně pojízdným čistícím strojem česlí, který pojíždí po kolejové dráze nad vtokem. Čistící stroj je vybaven hrablem šířky 3,50 m, hydraulickou rukou s drapákem a jeřábem nosnosti 15 tun pro manipulaci s hradidly vtoku [31].

25 MVE LOVOSICE - PÍŠŤANY

Malá vodní elektrárna Lovosice - Píšťany se nachází v Ústeckém kraji na říčním kilometru 787,543 a GPS souřadnicích - 50.515240, 14.074500. Vlastníkem MVE je firma RenoEnergie a.s.



Obr.58 Poloha MVE Lovosice - Píšťany
zpracováno podle [3]



Obr.59 MVE Lovosice - Píšťany



Obr.60 Strojovna MVE Lovosice - Píšťany
[32]

Tab.54 Základní parametry jezové zdrže MVE Lovosice - Píšťany [33]

délka vzdutí	8,08 km
objem jezové zdrže	3,69 mil.m ³

Tab.55 Parametry turbíny MVE Lovosice - Píšťany [33]

název turbíny	4 × Kaplan, 3000
instalovaný výkon MVE	4 × 775 kVA = 3100 kVA
maximální hlnost MVE	4 × 50 m ³ /s = 200 m ³ /s

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z hydrostatického jezu, malé a velké plavební komory, horního a dolního plavebního kanálu, MVE a dvou rybích přechodů. Vodní dílo se využívá pro zajištění potřebných hloubek a vyhovujících podmínek pro plavbu ve zdrži, odběru povrchové vody, sport a rekreační rybolov.

Jez

Jez je hydrostatický, sektorový, o třech polích. Celková délka jezu je 147,4 m. Světlá šířka krajních jezových polí je 41,23 m, šířka středního pole je 50,05 m. Jez je hydrostatický, sektorový, o třech polích. Celková délka jezu je 147,4 m. Světlá šířka krajních jezových polí je 41,23 m, šířka středního pole je 50,05 m.

Spodní stavba je železobetonová, oddělená od pilířů dilatačními spárami. Navazuje na část spodní stavby starého jezu. Se sklopeným sektorem vytváří Jamborův práh. Uvnitř spodní stavby je komunikační štola 2,0 × 2,0 m, umožňující přístup do všech pilířů jezu, po vyčerpání a aretování sektorů i přístup do tlačných komor sektorů. Komunikační štola prochází potrubí tlakové vody pro ovládání jezu a elektrická instalace jezu. Ve štole jsou též zařízení pro řízení a sledování činnosti jezu a měřicí body stability jezu. Příčný

tvár pevné spodní stavby a úplně sklopeného jezu je hydraulicky velmi příznivý s minimálním vzduťím při průtoku velkých vod.

Sektory jezu jsou ocelové, svařované, plášťové konstrukce. Celková hmotnost středního sektoru je 80,9 t, váha krajních sektorů včetně těsnění je 66,9 t. Těsnění sektorů je gumové. Síla ovládací sektor je vyvozena tlakem vody v tlačné komoře. Tlak je dán rozdílem hladin v regulační nádrži a dolní vody. Síla působí proti vlastní váze sektoru a tlaku přepadající vody. Vlastní ovládací sektor je prováděno trojcestným šoupětem, které podle polohy hladiny horní vody napouští tlačnou komoru z regulační nádrže, resp. vypouští vodu z tlačné komory do spodní vody. Regulace je automatická, s nastavitelnou tolerancí dodržování horní hladiny.

Plavební komory

Plavební komory jsou dvě, situované při levém břehu. Od vlastního řečiště jsou odděleny ostrovem. Horní ohlaví velké plavební komory je zhruba v úrovni jezu, horní ohlaví malé plavební komory je posunuto cca 30 m nad horní ohlaví velké plavební komory.

Velká plavební komora (VPK)

V ohlaví velké plavební komory jsou vzpěrná vrata obvyklé konstrukce. Horní vrata jsou ovládací hydraulickými pohony, dolní vrata lineárními pohony. Uzávěry obtoků velké plavební komory jsou ovládací hydraulicky, pohon vrat je elektromechanický s ovládacím z místa a velínu. Horní i dolní svodidla jsou ocelová, příhradové konstrukce s Larsenovým opeřením.

Malá plavební komora (MPK)

V horním ohlaví malé plavební komory jsou klapková vrata, v dolním ohlaví jsou vrata vzpěrná, obojí jsou ovládací hydraulicky. Plnění komory se provádí dlouhým obtokem v pravé zdi malé plavební komory a přepadem přes klapková vrata. Prázdnění se provádí dlouhým obtokem v pravé zdi komory a krátkým obtokem v levé zdi. Obtoky jsou hrazeny svislými stavidly s hydraulickým pohonem. Ovládací je z velínu plavební komory nebo místní.

Malá vodní elektrárna (MVE)

MVE Lovosice – Píšťany I. je příjezová s automatickým bezobslužným provozem s občasným dohledem. Vodní elektrárna je vybavena 4 Kaplanovými PIT turbínami s dvojitou regulací, každá z turbín má maximální hltností 50 m³/s. Hltnost všech turbín je tedy 200 m³/s.

Hřídél každé z turbín je vyvedena před vlastní oběžné kolo turbíny – do PITu – na převodovku. Převodovka je dvoustupňová, olejem chlazená. Před převodovkou je umístěn synchronní generátor o výkonu 775 kVA a napětí 690 V, vzduchem chlazený. Provozní hrazení turbín MVE je zajišťováno lopatkami rozváděcího kola. Rozváděcí kolo je zavíráno hydromotorem z tlakové nádoby oleje a dále gravitačně závažím. Turbíny MVE Lovosice – Píšťany I. umožňují bezenergetický provoz s převedením cca 60 % jmenovitého průtoku, který je zajištěn v případě výpadku MVE po dobu 20 minut. Rychlost zavírání turbín je dále omezena a nastavena pro každou turbínu různě pro zamezení zpětné vlny.

Výkon z generátorů je vyveden do silových rozvaděčů umístěných v samostatné místnosti ve středu strojovny. Ovládací a automatiku MVE zajišťují slaboproudé odvaděče, umístěné v hlavní hale MVE. Řídicí systém MVE Lovosice – Píšťany I. je propojen s řídicím systémem jezu pro výměnu informací stavu MVE a jezu (vč. výpadků- havarijních stavů

MVE) a informací pro umožnění řízení MVE řídicím systémem jezu. MVE je vybavena hladinovými sondami 2× v nadjezí, 1× v podjezí a 4× za česlemi.

Strojovna MVE Lovosice – Píšťany I. je monolitické železobetonové konstrukce, za povodní je přelévána. Vstup do strojovny je vodotěsnými dveřmi. Za povodní a nouzově je možno použít vstup v levém komínu vzduchotechniky (točité schodiště) popř. žebřík v pravém komínu vzduchotechniky. Před strojovnou MVE jsou umístěny jemné česle s průlinami 70 mm stírané automaticky nebo manuálně pojízdným hydraulickým čistícím strojem MUHR GmbH.

Mezi česlemi jsou umístěny drážky pro provizorní hrazení vtoků. Hrazení vtoků sestává ze 4 stejných hradidlových desek, které jsou za provozu turbín zavěšeny po jednom díle v každém vtoku. Za savkami jsou umístěny drážky pro hrazení savek. Hrazení savek rovněž sestává ze 4 stejných hradidlových desek, které jsou za provozu turbín zavěšeny po jednom díle nad každou savkou. Současně lze hradit od vtoku a savky pouze jednu turbínu. Pro vyčerpání vody z vtoku a ze savky slouží čerpadla uvnitř strojovny a potrubní systém. Pro manipulaci s hradidly na vtoku a savkách slouží pojízdné elektrický kladkostroje se zavěšenou zdvihací traverzou [33].

26 VE STŘEKOV

Vodní elektrárna Střekov se nachází v Ústeckém kraji v obci Střekov cca 2,5 km od Ústí nad Labem, na říčním kilometru 767,679 a GPS souřadnicích - 50.638114, 14.047718. Vlastníkem VE je ČEZ.



Obr.61 Poloha VE Střekov
zpracováno podle [3]



Obr.62 VE Střekov



Obr.63 Pohled do strojovny na Kaplanovu turbínu

Tab.56 Základní parametry jezové zdrže VE Střekov [34]

plocha povodí	48 557 km ²
délka vzdutí	19,80 km
objem jezové zdrže	15,90 mil.m ³

Tab.57 Parametry turbín VE Střekov [34]

typ turbín	3 × vertikální Kaplan, 3000
průtok	3 × 100 m ³ /s = 300 m ³ /s
instalovaný výkon MVE	19 500 kW

Popis vodního díla

Vodní dílo se skládá z jezu, spodní stavby (4 metry tlustá železobetonová deska), hradící konstrukce (dvoudílný tabulový uzávěr), jezového velínu, rybího přechodu, plavebního zařízení, malé plavební komory, velké plavební komory, velína plavební komory, horní a dolní rejdy (řečiště), vodní elektrárny. Jde o elektrárnu, která vyrobí nejvíce ekologicky čisté elektřiny. (97 546 950 kWh 2013).

Jez

Tabulový jez má 4 pole o světlosti 24,00 m a maximální hrazené výšce 10,90 m. Každé pole je hrazeno dvěma tabulemi typu Stoney. Spodní stavba jezu s provozními tabulovými uzávěry je přemostěna krytou manipulační lávkou a otevřenou veřejnou komunikační lávkou, umožňující přechod jezu.

Spodní stavbu jezu tvoří jezové pilíře s drážkami provozních a provizorních uzávěrů, pevný jezový práh a vývar. Na levém jezovém pilíři pod lávkou strojoven je nástavba, do které je zavedena veřejná komunikační lávka. V nástavbě je schodiště propo-

ující ocelovou veřejnou komunikační lávku přes jez s železobetonovou veřejnou komunikační lávkou vedenou kolem vodní elektrárny na levý břeh. Po schodech v pilíři v úrovni drážek hradící konstrukce je přístup na krytou lávku strojoven.

Pilíře na pravém břehu po stranách velké plavební komory jsou oproti pilířům mezi jezovými poli mohutnější. Z pravého jezového pilíře je možno dveřmi na povodní straně schodištěm z plata komory vystoupit na veřejnou komunikační lávku. Z pravého pilíře mezi komorami je vstup do pilíře ze strany od malé plavební komory a z povodní strany. Pilířem je možno po schodišti vystoupat na lávku strojoven a dále na střechu lávky. Taktéž je z něho přístup na veřejnou komunikační lávku.

Veřejná komunikační lávka je tvořena dvěma plnostěnnými nosníky, které nesou podlahu lávky. Veřejná lávka je umístěna směrem po vodě od kryté lávky strojovny jezu. Krytá manipulační lávka je umístěna na vrcholu jezových pilířů a pne se přes všechna jezová pole a velkou plavební komoru. Přístupná je schodišti ve 3 pilířích jezu.

Plavební komory

Na vodním díle Střekov jsou 2 plavební komory umístěné při pravém břehu s horním ohlavím v úrovni osy jezu.

Horní vrata velké plavební komory (VPK) tvoří dvoudílný tabulový uzávěr typu Stoney (v podstatě páté jezové pole) stejného typu a rozměrů jako v ostatních polích. Pouze přelevná hrana horní tabule není upravena pro trvalé převádění vody, má jiný tvar a je odlehčená. Může sloužit i k převádění velkých vod.

Dolní vrata VPK, stejně jako horní a střední vrata malé plavební komory (MPK) jsou vzpěrná, ocelová. Dolní vrata malé komory jsou desková, ocelová. Pohon vzpěrných a deskových vrat MPK je hydraulickými servoválci s ovládním jednak z místa, a jednak centrálně z velínu plavebních komor. Pohon vzpěrných vrat VPK je elektromechanicky ocelovými táhly. Plavební komory se plní dlouhými oboustrannými obtoky, uzavíranými tabulemi s hydraulickým pohonem.

Velín plavebních komor je konstrukčně řešen jako dvoupodlažní ocelový skelet. První nadzemní podlaží má půdorysný rozměr 6,05 × 6,05 m. Druhé nadzemní podlaží je rozšířeno na rozměr 8,25 × 10,9 m.

Vodní elektrárna

Vodní elektrárna je vybudována v zářezu levého břehu. Vodní elektrárnu tvoří tyto objekty: přívodní kanál, spodní stavba, rozvodna, železobetonová manipulační lávka a veřejná železobetonová komunikační lávka.

Přívodní kanál s jemnými česlemi

Na začátku přívodního kanálu jsou šikmé jemné česle, uložené na 19 slupicích, v délce 107,40 m. Česle jsou ve dně opřeny o železobetonový práh a v horní části o vodorovnou ocelovou konstrukci mezi slupicemi, v horní části jsou rovněž vybaveny šikmou ocelovou nornou stěnou a na koruně obslužnou komunikací s jeřábovou dráhou pojízdného čistícího stroje.

Spodní stavba

Před vtoky do tří spirál jsou další hrubé česle, před prahem česlí je 0,50 m hluboký záchytný kanál široký 2,00 m. Za česlemi je drážka provizorního hrazení, které je rozdělené v každém vtoku pilířkem na dvě soustavy hradidel. Vtoky do spirál jsou zakončeny tabulovými rychlouzávěry.

Spodní stavba elektrárny má tři turbínové bloky s betonovými spirálami lichoběžníkového průřezu, savky jsou rovněž betonové. Vrchní stavba je potlačena.

Generátory jsou zakryty kruhovými plechovými poklopy. K montáži soustrojí a hradicích uzávěrů slouží příhradový portálový jeřáb. Střekovská elektrárna je dnes v České republice jedinou konstrukcí VE bez strojovny. Jsou v ní instalovány tři Kaplanovy turbíny o hlnosti po 100 m³/s. Turbíny a generátory jsou v ose jezu.

Budova rozvodny a pomocných provozů

Nad savkou, ještě ve spodní stavbě, je olejové hospodářství a sklady součástí V podlaží nad ním jsou rozvodny 10,5 kV, 22 kV a stanice SHZ. V budově elektrárny nad rozvodnou je strojní dílna a rozvodna NN 400 V. Nad nimi je podlaží s kanceláři a velínem.

Manipulační lávka

Nad spodní stavbou savky je vedena železobetonová manipulační lávka, z které se osazuje do drážek provizorní hrazení savky, které je rozdělené v každém výtoku pilířkem na dvě soustavy hradidel. Šířka manipulační lávky je 2,75 m.

Železobetonová veřejná komunikační lávka

Nad manipulační lávkou je vedena veřejná železobetonová komunikační lávka. Nosníky komunikační lávky nesou kolejničky jeřábové dráhy pro manipulaci s provizorním hrazením. Šířka komunikační lávky je 3,16 m [34].

ZÁVĚR

Cílem práce bylo popsat jednotlivé vodní elektrárny na Labi od MVE Březhrad u Opatovic nad Labem až po poslední vodní elektrárnu na Labi v ČR, která se nachází v Ústí nad Labem tj. VE Střekov. V tomto úseku Labe jsou svou rozlohou o trochu větší elektrárny, než které můžeme najít kolem pramene Labe, přesto se všechny řadí mezi malé vodní elektrárny. Jedinou výjimkou je VE Střekov, což je velká vodní elektrárna. V práci je popsáno celkem 25 vodních elektráren. Všechny vodní elektrárny (kromě MVE Březhrad) patří do tzv. Labské vodní cesty, takže jejich součástí je plavební komora. Pro ČR má velký význam v tom, že je napojena na celou Západní Evropu, což přispívá naší ekonomice i turistickému ruchu.

Mojí snahou bylo podat ucelený přehled o těchto elektrárnách. U každé z nich je vyznačena poloha v mapce a zároveň jsou u ní uvedeny GPS souřadnice a tzv. říční kilometry, které udávají vzdálenost vodního díla od Severního moře. Každá z elektráren obsahuje základní technický popis vodní elektrárny a ostatních částí jednotlivých vodních děl. Jedním z cílů bylo pořídit kompletní fotodokumentaci ke každé elektrárně, a to jak zvenku, tak i zevnitř. Toho jsem docílila tak, že jsem osobně navštívila každé vodní dílo a sama jsem poříдила fotografickou dokumentaci. Zároveň jsem se snažila domluvit i návštěvy vodních elektráren, ale ne u všech se mi to podařilo (ve výsledku asi tak u třetiny z nich). Elektrárny jsou buď bezobslužné, do některých mi nebyl povolen přístup, jedna byla v rekonstrukci a u ostatních se mi nepodařilo zkontaktovat se s odpovědnou osobou.

Dle mého názoru může tato práce sloužit jako příručka pro kohokoliv, kdo se zajímá o alternativní zdroje energie, především o vodní energii. Zároveň může případné zájemce motivovat k tomu, aby některé z vodních elektráren navštívili - několik vodních elektráren je otevřeno veřejnosti, takže je možnost domluvit si komentované prohlídky a podívat se na místa, která jinak známe pouze z fotografií.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [2] MOTLÍK, Jan. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha: ČEZ, 2007. ISBN 978-80-239-8823-9.
- [3] <http://www.google.cz/maps>
- [4] Manipulační řád pro MVE Březhrad 2002
- [5] Manipulační řád pro MVE Pardubice 2010
- [6] Manipulační řád pro MVE Srnojedy 2013
- [7] Manipulační řád pro MVE Přelouč 2010
- [8] Manipulační řád pro MVE Týnec nad Labem 2010
- [9] Manipulační řád pro MVE Veletov 2010
- [10] Manipulační řád pro MVE Kolín 2010
- [11] Manipulační řád pro MVE Klavary 2010
- [12] Strojovna vodní elektrárny Velký Osek. In *TZBinfo*. [online]. [cit. 2017-10-02]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/docu/clanky/0093/009317o7.jpg>
- [13] Manipulační řád pro MVE Velký Osek 2013
- [14] Slavnostní předvedení nové malé vodní elektrárny Velký Osek. *TZBinfo*. [on-line]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/vodni-energie/9317-slavnostni-predvedeni-nove-male-vodni-elektrarny-velky-osek>
- [15] Manipulační řád pro MVE Poděbrady 2012
- [16] Manipulační řád pro MVE Nymburk 2012
- [17] Manipulační řád pro MVE Kostomlátky 2012
- [18] Manipulační řád pro MVE Lysá nad Labem 2012
- [19] Manipulační řád pro MVE Hradištko 2012
- [20] Turbína vodní elektrárny Čelákovice. In *Renoenergie*. [online]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: http://renoenergie.cz/wp-content/uploads/2016/12/7_2_%C4%8Cel.jpg
- [21] Manipulační řád pro MVE Čelákovice 2000
- [22] Manipulační řád pro MVE Brandýs nad Labem 2010
- [23] Manipulační řád pro MVE Kostelec nad Labem 2013
- [24] Manipulační řád pro MVE Lobkovice 2007
- [25] Manipulační řád pro MVE Obříství 2008
- [26] Malá vodní elektrárna Obříství. *Svět energie*. [on-line]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: <http://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/vodni-elektrarny/male-vodni-elektrarny-cez/mala-vodni-elektrarna-obristvi>
- [27] Manipulační řád pro MVE Dolní Liběchov 2010
- [28] Manipulační řád pro MVE Štětí - Račice 2016
- [29] Strojovna MVE Roudnice nad Labem - Vědomice. In *Renoenergie*. [online]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: http://renoenergie.cz/wp-content/uploads/2016/12/11_2_Roud.jpg

- [30] Manipulační řád pro MVE Roudnice nad Labem 2012
- [31] Manipulační řád pro MVE České Kopisty 2017
- [32] Strojovna MVE Lovosice - Píšťany. In *Renoenergie*. [online]. [cit. 2017-10-12].
Dostupné z: http://renoenergie.cz/wp-content/uploads/2016/12/5_2_Lovos.jpg
- [33] Manipulační řád pro MVE Lovosice - Píšťany 2010
- [34] Manipulační řád pro VE Střekov 2012