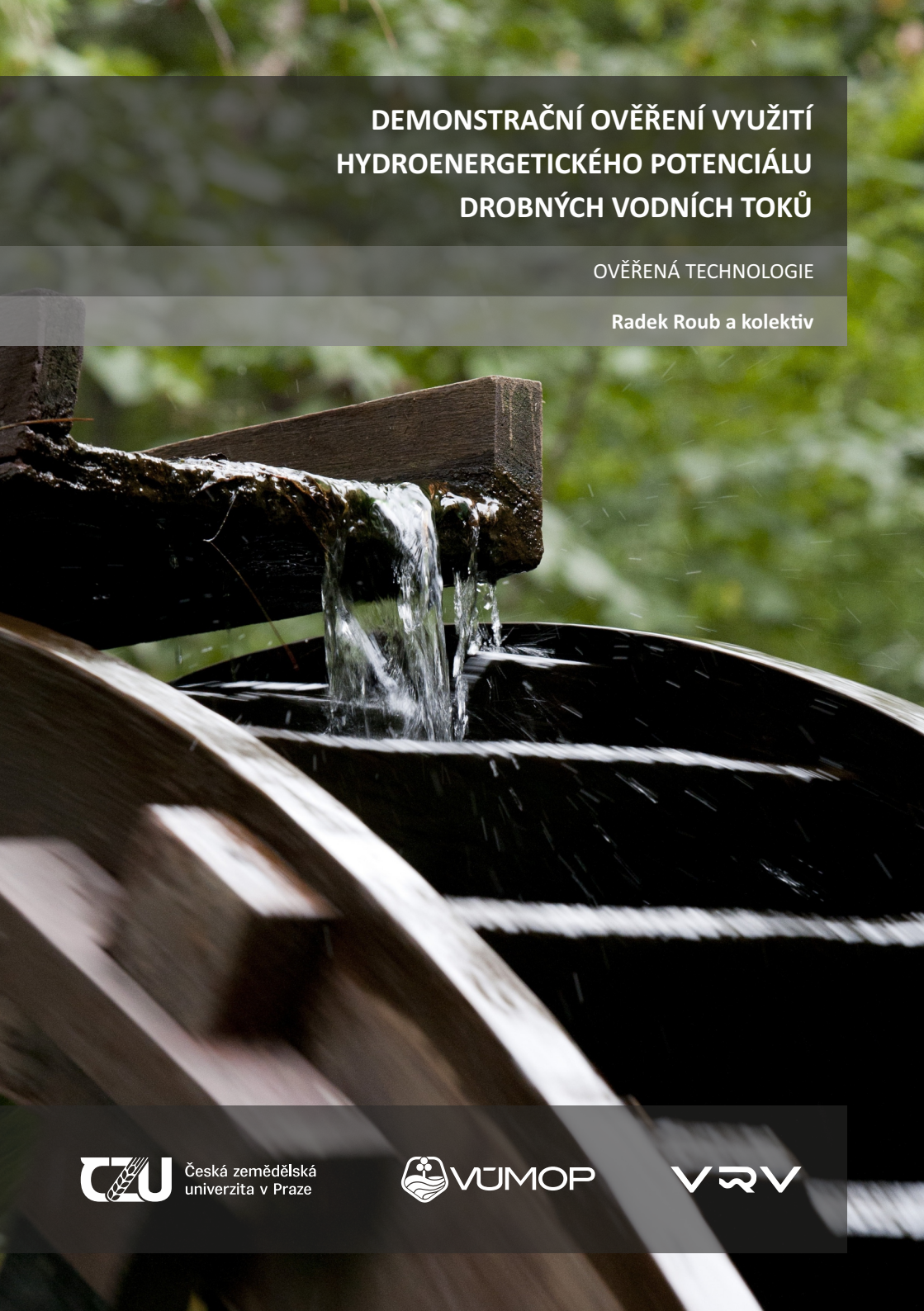
DEMONSTRAČNÍ OVĚŘENÍ VYUŽITÍ HYDROENERGETICKÉHO POTENCIÁLU DROBNÝCH VODNÍCH TOKŮ

OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE

Radek Roub a kolektiv



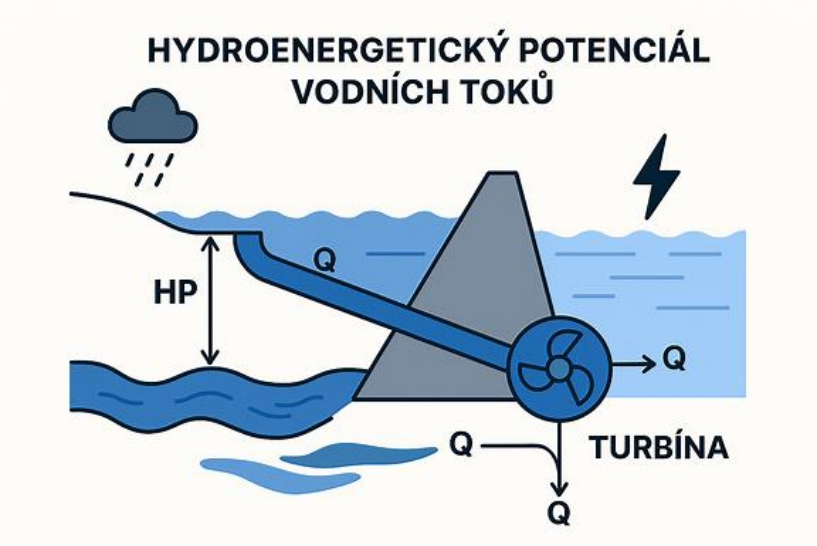
Česká zemědělská univerzita v Praze

VÚMOP

VRV

Demonstrační ověření využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků

Ověřená technologie



T A
Č R
Technologická
agentura
České republiky

2025

Autoři:

Ing. Radek Roub, Ph.D. [1)] (roub@fzp.czu.cz)
Ing. Martin Štich [2)] (stich@vrv.cz)
Ing. Luděk Bureš [1)]
Ing. Štěpán Marval [3)] (marval.stepan@vumop.cz)
Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D. [3)]
Ing. Martin Tomek [2)]
Ing. Lucie Poláková [1, 3)]
Ing. Jakub Burket [1)]

[1)] *Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 961/129, 165 00 Praha 6 - Suchdol*
[2)] *Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s., Nábřežní 90/4, 150 00 Praha 5 – Smíchov*
[3)] *Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5*

Recenzovali:

Ing. Michal Veverka, Ph.D. - Státní fond životního prostředí - projektový manažer - Odbor ochrany přírody, Olbrachtova 2006/9, 140 00 Praha

Ing. Ivan Dalík - PIK Vítek s.r.o. - jednatel společnosti - Úsek zásobování vodou a odkanalizování měst a obcí - Kořenského 1025/7, 150 00, Praha 5 (projekční kancelář)

Poděkování:

Ověřená technologie vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR, projektu číslo TK04030223 „Stanovení hydroenergetického potenciálu „Pico-Hydropower“ v současných i predikovaných klimatických podmínkách ČR“.

V roce 2025 v nákladu 50 ks vydala Česká zemědělská univerzita v Praze
Tisk: Rhodos spol. s r.o., Vyšehradská 51, 128 00 Praha 2
Vydání: první, 2025
ISBN 978-80-213-3537-0 (tištěná verze), 978-80-213-3538-7 (online pdf)
© Česká zemědělská univerzita v Praze
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Obsah

1. Úvod – potřebnost a využití ověřené technologie 4
2. Cíl ověřené technologie 6
3. Vymezení základních pojmů ověřené technologie 7
4. Seznam použitých zkratek 9
5. Principy užívané v oblasti vodní energetiky 10
6. Popis a technická specifikace ověřené technologie 12
7. Popis způsobu testování 14
7.1 Studie proveditelnosti realizace malé vodní elektrárny na vodním toku Botič 16
7.2 Studie proveditelnosti realizace vodní elektrárny na vodním toku Kocába 36
7.3 Studie proveditelnosti realizace vodní elektrárny na Kostřatském potoce (v.n. Labuť) 57
7.4 Studie proveditelnosti realizace malé vodní elektrárny na Líšinickém potoce 79
7.5 Studie proveditelnosti realizace vodní elektrárny na Lomnickém potoce 96
7.6 Studie proveditelnosti realizace malé vodní elektrárny na Pohořském potoce v profilu Malonty – Vodárna 120
8. Výhody a omezení 139
9. Ekonomické a inovativní přínosy 141
10. Souhrn a závěr 143
Literatura 144
Seznam publikací, které předcházely zpracování ověřené technologie 145
Dedikace 146

1. Úvod – potřebnost a využití ověřené technologie

Využití obnovitelných zdrojů energie je jedním z klíčových pilířů současné energetické politiky, jejímž cílem je snižování emisí skleníkových plynů, zvyšování energetické soběstačnosti a adaptace na klimatické změny. Malé vodní elektrárny (MVE) představují stabilní a dlouhodobě ověřený způsob výroby elektrické energie, který je šetrný k životnímu prostředí a vhodný pro decentralizovanou energetiku.

Hydroenergetický potenciál drobných vodních toků v České republice je dosud využíván jen částečně, přestože tyto toky nabízejí možnost instalace mikro a pico vodních elektráren s minimálními nároky na stavební zásahy. Ověřená technologie reaguje na potřebu efektivního využití tohoto potenciálu v souladu s legislativními požadavky na zachování ekologických funkcí vodních toků (např. dodržení minimálního zůstatkového průtoku dle §36 vodního zákona).

Technologie je určena pro lokality s nízkým spádem a kolísavými průtoky, kde tradiční turbínová řešení nejsou ekonomicky ani technicky vhodná. Využití modernizovaných vodních kol či kompaktních turbín typu crossflow umožňuje dosáhnout vysoké účinnosti i při malých spádech, přičemž provozní rozsah zahrnuje jak nízké, tak povodňové průtoky. Díky tomu lze zajistit stabilní výrobu energie bez nutnosti rozsáhlých stavebních úprav.

Potřebnost ověřené technologie vyplývá z:

- **energetické soběstačnosti obcí a podniků**, zejména v odlehlých lokalitách,
- **ekologických přínosů** – minimální zásah do koryta, šetrnost k ichtyofauně, využití stávajících vodních děl,
- **ekonomické efektivity** – možnost snížení investičních nákladů díky dotačním titulům (např. OP TAK, Modernizační fond),
- **adaptace na klimatické změny** – využití obnovitelného zdroje s nízkou uhlíkovou stopou.

Ověřená technologie nachází uplatnění zejména:

- při **revitalizaci historických vodních děl** (mlýny, náhony),
- v **obcích a mikroregionech** pro výrobu elektrické energie pro vlastní spotřebu,
- v **projektech modrozelené infrastruktury**, kde podporuje udržitelné hospodaření s vodou.

2. Cíl ověřené technologie

Hlavním cílem ověřené technologie je **stanovení a praktické využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků** prostřednictvím instalace mikro a pico vodních elektráren (mVE, pVE) v podmínkách České republiky. Technologie byla vyvinuta tak, aby:

- **Ověřila technickou proveditelnost** využití nízkých spádů a kolísavých průtoků na malých tocích.
- **Definovala metodický postup** pro návrh, dimenzování a provoz zařízení s ohledem na:
    - zachování ekologických funkcí toku (dodržení minimálního zůstatkového průtoku),
    - minimalizaci stavebních zásahů a respekt k historickým objektům.
- **Poskytla ověřené parametry účinnosti** pro různé typy zařízení (vodní kola, crossflow turbíny, sifonové turbíny) v reálných provozních podmínkách.
- **Vyhodnotila ekonomickou efektivitu** projektů včetně návratnosti investic a možností dotační podpory.
- **Podpořila udržitelné hospodaření s vodou** a rozvoj decentralizované energetiky v obcích a mikroregionech.

Technologie je určena pro praktické využití v projektech obnovitelných zdrojů energie, revitalizaci historických vodních děl a jako podklad pro rozhodování investorů, obcí a projektantů při přípravě malých vodních elektráren.

3. Vymezení základních pojmů ověřené technologie

Hydroenergetický potenciál
Množství energie, které lze získat z vodního toku na základě jeho průtoku a spádu. Vyjadřuje se obvykle v jednotkách výkonu (kW) nebo roční výroby elektrické energie (MWh).

Malá vodní elektrárna (MVE)
Vodní elektrárna s instalovaným výkonem do 10 MW. V kontextu ověřené technologie se jedná zejména o mikro (do 100 kW) a pico elektrárny (do 5 kW), vhodné pro drobné toky.

Mikro vodní elektrárna (mVE)
Zařízení s výkonem obvykle v rozmezí 5–100 kW, využívající nízké spády a menší průtoky, často instalované na stávajících vodních dílech.

Pico vodní elektrárna (pVE)
Velmi malé zařízení s výkonem do 5 kW, určené pro lokální výrobu energie, například pro domácnosti, obce nebo rekreační objekty.

Minimální zůstatkový průtok (MZP)
Průtok, který musí zůstat v původním korytě vodního toku při odběru vody pro energetické využití, aby byly zachovány ekologické funkce toku. Stanovuje jej vodoprávní úřad dle §36 zákona č. 254/2001 Sb.

Spád (H)
Výškový rozdíl mezi hladinou vody na vstupu a výstupu z vodní elektrárny, vyjádřený v metrech. Spád je klíčovým parametrem pro návrh turbíny nebo vodního kola.

Účinnost (η)
Poměr mezi využitelnou energií získanou z vody a teoretickým energetickým potenciálem toku. U moderních vodních kol a turbín se pohybuje mezi 60–80 %.

Vodní kolo
Tradiční hydraulický stroj využívající energii proudící nebo padající vody k

výrobě mechanické energie, která je následně přeměněna na elektrickou. Vhodné pro nízké spády a kolísavé průtoky.

Crossflow turbína
Typ turbíny s širokým provozním rozsahem, vhodný pro malé spády a proměnlivé průtoky. Vyznačuje se jednoduchou konstrukcí a vysokou provozní spolehlivostí.

Sifonová turbína
Kompaktní turbína využívající sifonový efekt pro vedení vody přes oběžné kolo, vhodná pro instalace na hrázích rybníků bez rozsáhlých stavebních úprav.

4. Seznam použitých zkratek

MVE – Malá vodní elektrárna
mVE – Mikro vodní elektrárna
pVE – Pico vodní elektrárna
MZP – Minimální zůstatkový průtok
Qa – Dlouhodobý průměrný průtok
QMd – M-denní průtok (např. Q90d, Q330d)
QN – N-letý průtok
Qv – Využitelný průtok
H – Spád (výškový rozdíl mezi hladinami)
η – Účinnost zařízení
NN – Nízké napětí (připojení na distribuční síť)
TNP – Doba návratnosti investice
IN – Investiční náklady
CF – Roční peněžní tok
OP TAK – Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost
SFŽP – Státní fond životního prostředí
ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav
ÚSES – Územní systém ekologické stability
LBK / LBC – Lokální biokoridor / Lokální biocentrum
JES – Jednotné environmentální stanovisko
ERÚ – Energetický regulační úřad

5. Principy užívané v oblasti vodní energetiky

Vodní energetika je založena na využití energie vody, která se přeměňuje na mechanickou a následně elektrickou energii. Tento proces využívá jak **potenciální energii** danou spádem (výškovým rozdílem hladin), tak **kinetickou energii** proudící vody. Přeměna probíhá prostřednictvím hydraulických strojů – vodních kol nebo turbín – které pohánějí generátor.

Základní vztah pro výpočet výkonu vodní elektrárny je:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

kde:

- P – výkon [W],
- ρ – hustota vody (≈ 1000 kg·m^{-3}),
- g – tíhové zrychlení (9,81 m·s^{-2}),
- Q – průtok [m^3·s^{-1}],
- H – spád [m],
- η – celková účinnost systému.

Typy zařízení používaných v oblasti vodní energetiky:

- **Vodní kola** – tradiční technologie vhodná pro nízké spády (1–3 m), s účinností 60–80 %. Moderní provedení umožňuje stabilní provoz i při kolísavých průtocích a je šetrné k ichtyofauně.
- **Turbíny**:
  - **Crossflow (Bankiho)** – univerzální pro malé spády a proměnlivé průtoky, jednoduchá konstrukce a vysoká spolehlivost.
  - **Kaplanova** – vhodná pro nízké spády a velké průtoky.
  - **Francisova** – pro střední spády.
  - **Sifonové turbíny** – kompaktní řešení pro hráze rybníků bez rozsáhlých stavebních úprav.

Ekologické principy:

- Zachování **minimálního zůstatkového průtoku (MZP)** dle vodního zákona pro udržení ekologických funkcí toku.
- Minimalizace zásahů do koryta a respektování migračních tras ryb.
- Preferování využití stávajících vodních děl (náhony, rybníky) pro instalaci zařízení.

Provozní zásady:

- Regulace průtoku pomocí stavidel a česlí.
- Ochrana zařízení před splaveninami, ledem a povodňovými stavy.
- Zajištění bezpečnostních prvků – přelivy, obtoky pro převod velkých vod.

Tyto principy zajišťují efektivní, ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků v souladu s legislativními požadavky a cíli udržitelného rozvoje.

6. Popis a technická specifikace ověřené technologie

Ověřená technologie je navržena pro efektivní využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků prostřednictvím instalace mikro a pico vodních elektráren (mVE, pVE). Jejím cílem je nabídnout technicky proveditelné, ekologicky šetrné a ekonomicky dostupné řešení pro lokality s nízkým spádem (1–5 m) a kolísavými průtoky, kde klasické turbínové systémy nejsou vhodné.

Pojetí technologie

Technologie vychází z principu přeměny potenciální a kinetické energie vody na mechanickou a následně elektrickou energii. Využívá jednoduché, robustní a modulární konstrukční prvky, které umožňují instalaci na stávajících vodních dílech (náhony, rybníky) s minimálními stavebními zásahy. Základem jsou:

- **Vodní kola** – tradiční hydraulické stroje modernizované pro vyšší účinnost (60–80 %) a stabilní provoz i při kolísavých průtocích.
- **Kompaktní turbíny** – crossflow (Bankiho), sifonové nebo speciální nízkospádové turbíny s účinností 70–75 %.

Technická specifikace

- **Instalovaný výkon**: 2–15 kW (dle lokality).
- **Provozní průtok**: obvykle Q300d–Q90d (např. 0,16–0,63 $m^3 \cdot s^{-1}$).
- **Spád**: 1–3 m (vodní kola), 2–6 m (sifonové turbíny).
- **Účinnost**: 60–80 % (vodní kola), 70–75 % (turbíny).
- **Roční výroba energie**: 20–70 MWh podle lokality.
- **Konstrukční prvky**:
    - hydraulický stroj (kolo/turbína),
    - rozdělovací objekt se stavidly a česlemi,
    - náhon nebo potrubí DN 300–600,

- strojovna s převodovkou, generátorem a rozvaděčem,
- bezpečnostní prvky (obtok, přeliv).

Výhody pojetí

- **Ekologická kompatibilita** – zachování minimálního zůstatkového průtoku (MZP), šetrnost k ichtyofauně.
- **Nízké investiční náklady** – využití stávající infrastruktury.
- **Flexibilita** – provoz i při kolísavých průtocích, možnost modulárního řešení.
- **Dotační podpora** – OP TAK, Modernizační fond, krajské programy.

Technologie byla ověřena na reálných lokalitách (Botič, Kocába, Kostřatský potok, Lomnický potok a Líšnický potok), kde prokázala technickou realizovatelnost, provozní stabilitu a ekologickou přijatelnost.

7. Popis způsobu testování

Ověřená technologie byla testována formou demonstračního ověření na vybraných lokalitách drobných vodních toků (např. Botič, Kocába, Kostřatský potok, Líšnický potok). Cílem testování bylo ověřit technickou proveditelnost, provozní spolehlivost a energetickou efektivitu technologie v reálných podmínkách.

Postup testování

a) **Výběr lokalit**

- Kritéria: dostupný spád (1–5 m), stabilní průtok, možnost využití stávajícího vodního díla (náhon, rybník).
- Zohlednění ekologických limitů (MZP, ochranná pásma, ÚSES).

b) **Hydrologická analýza**

- Sběr dat o průtocích (m-denní, N-leté, Qa).
- Stanovení minimálního zůstatkového průtoku (MZP) dle metodického pokynu a vodního zákona.
- Výpočet využitelného průtoku pro provoz technologie.

c) **Technický návrh a instalace**

- Volba vhodného zařízení (vodní kolo, crossflow turbína, sifonová turbína).
- Instalace hydraulického stroje, stavidel, česlí a měřicích prvků.
- Připojení na elektrickou síť (NN) a instalace ochranných prvků dle EN 50549-1.

d) **Provozní testy**

- Měření průtoku, spádu a otáček zařízení.
- Záznam vyrobené elektrické energie (kWh) v různých provozních režimech.
- Hodnocení účinnosti zařízení a stability provozu.

e) **Vyhodnocení výsledků**

- Porovnání skutečné výroby energie s teoretickými výpočty.
- Analýza vlivu na ekologické funkce toku (zachování MZP, migrace ryb).
- Ekonomické hodnocení (investiční náklady, návratnost, možnosti dotací).

Použité nástroje a metody

- Hydrologická data z ČHMÚ.
- Výpočty dle vztahu $P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta$.
- Monitoring provozu pomocí dataloggerů a elektroměrů.
- Vizualizace výsledků formou grafů a tabulek.

7.1 Studie proveditelnosti realizace malé vodní elektrárny na vodním toku Botič

Cíle studie

Cílem studie je ověření realizace mikro vodní (dále mVE) na toku Botič v Praze v místní části Záběhlice. Proveditelnost bude posouzena zejména z hlediska hydrologického, hydroenergetického, ekonomického a enviromentálního.

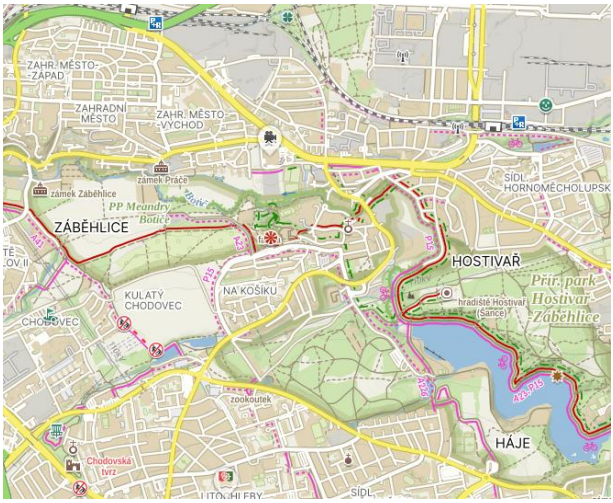
Popis stávajících podmínek

Lokalita a základní charakteristika

Zájmové území se nachází na území hlavního města Prahy, konkrétně v městské části Praha 10 Záběhlice, v katastrálním území Záběhlice (kód KÚ 732117). Území je situováno při jihozápadním břehu Práčského rybníka, v blízkosti ulice K Práčím. Jedná se o areál historického vodního mlýna tzv. Práčského mlýna, který je veden jako kulturní památka.

Lokalita zahrnuje pozemky přilehlé k rybniční hrázi a je tvořena především zastavěnou plochou historického objektu a jeho přístavbami. Nadmořská výška území se pohybuje přibližně v rozmezí 205–210 m n. m. Území spadá do hustě urbanizované městské zástavby, nicméně si zachovává polootevřený charakter s bezprostřední vazbou na vodní plochu, zeleň a památkově hodnotné stavby.

Z hlediska správního členění a evidence nemovitostí je areál veden v rámci pozemků hlavního města Prahy, evidovaných v katastru nemovitostí jako součást zastavěného území s obytnou i historickou funkcí. Počet trvale bydlících obyvatel v přímé vazbě na zájmové území je omezený, nicméně oblast se nachází v kontaktu s širší obytnou zónou o vyšší populační hustotě.

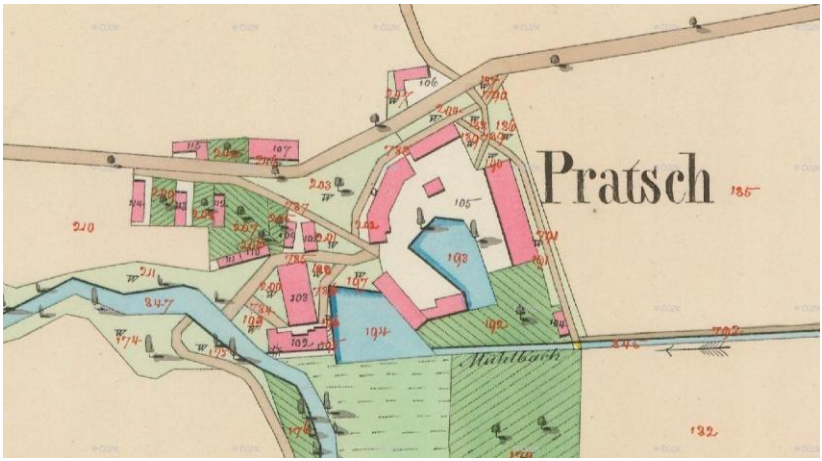


Obrázek 1 Lokalizace zájmového území (Seznam.cz, 2025)

Obrázek 2 Lokalizace zájmového území (Seznam.cz, 2025)

Historie lokality

První zmínka pochází z roku 1450, kdy mlynář Michal Myška prodal mlýn Tobiášovi. V 16. století byl mlýn v majetku Nového Města pražského a poté přešel do soukromých rukou, než byl po roce 1547 zkonfiskován a připojen k císařskému brandýskému panství. V roce 1584 ho císař Rudolf II. prodal hraběti Nostitzovi. Mlýn prošel během staletí řadou vlastnických i stavebních proměn a v roce 1930 sloužil jako součást pivovaru. Od roku 1964 je kulturní památkou.



Obrázek 3 Zájmové území v roce 1837 - Císařské otisky

Z období kolem roku 1841 se dochovala hlavní hmota budovy s pozdně klasicistními fasádními prvky. Kolem roku 1900 byl provoz modernizován, vznikla přístavba pro turbínu a došlo k úpravám hospodářských křídel. Na přelomu 20. a 21. století byl objekt rekonstruován a adaptován pro obytné účely.

Architektonicky jde o zděnou patrovou stavbu z lomového kamene s valbovou střechou a klasicistní fasádou. Hlavní tříosé průčelí zdobí malba sv. Floriána, štuková bosáž, profilované římsy a páskové šambrány s dekorativními klenáky. K budově přiléhají přístavky různé výšky a šířky –

mlýnice, turbínová přístavba a hospodářské křídlo – které stavbě dodávají členitost a snižují její měřítko. V interiéru jsou zachovány rovné stropy. Východní fasáda je jednodušší, jižní obsahuje vnější schodiště a krátké křídlo, které není součástí památkové ochrany.

Mlýn představuje hodnotný klasicistní objekt z počátku 19. století s pozoruhodnou fasádní výzdobou. Jeho obnova, iniciovaná po roce 2000, navázala na snahy o jeho záchranu již před rokem 1970, kdy byl objekt ve značně zchátralém stavu.

Hydrologické a klimatické podmínky

Hydrologicky je zájmové území lokalizováno na břehu vodního toku Botič, který je řazen mezi vodní toky III. řádu. Botič je významným pravostranným přítokem řeky Vltavy a jeho délka činí přibližně 44 km. Prameniště toku se nachází v oblasti jihovýchodní části Prahy, a tok ústí do Vltavy v centru hlavního města. V bezprostřední blízkosti zájmového území tvoří Botič významný krajinný prvek, který ovlivňuje lokální hydrologii a mikroklima.

Klimaticky se lokalita nachází v klimatickém regionu T2, což odpovídá mírně teplému a relativně vlhkému klimatu. Tento region je charakterizován průměrnými ročními srážkami okolo 500–600 mm a průměrnými ročními teplotami kolem 8–9 °C. V okolí se nachází několik srážkoměrných stanic Českého hydrometeorologického ústavu, které monitorují klima Prahy a jejího okolí. Podle klimatické klasifikace se území řadí do mírného teplého pásma s poměrně stabilními srážkami během roku.

Stávající vodní infrastruktura

Z historie se dochoval náhon, který odbočuje 650 m nad mlýnem z pravého břehu Botiče u jezu zvaného Marcela a napájí nepříliš velký Práčský rybník těsně nad mlýnem, který slouží jako vodní rezerva. Dle umístění výtoku do Botiče se turbínová kašna musí nacházet přímo pod hrází rybníka.

Obrázek 4 Jez Marcela

Přístupnost a napojení na infrastrukturu

Zájmové území je napojeno na místní zpevněnou komunikaci, která ústí do ulice Pražská. Ta dále navazuje na Švehlovu ulici, odkud je zajištěn přímý přístup na Jižní spojku.

Územní plán

Záměr není uveden v územním plánu obce, ale vzhledem k jeho minimálnímu rozsahu a vzhledem k tomu, že se nachází v místě bývalého vodního díla, nebude zřejmě nutná změna územního plánu. Je nutná konzultace na příslušném MÚ. Záměr se převážně nachází na ploše využití – vodní toky a plochy (VOP). Okolní plochy využití jsou převážně plochy městské zeleně – zeleň městská a krajinná (ZMK) a plochy všeobecně smíšené (SV).

Inženýrské sítě

Území nezasahuje do inženýrských sítí nebo do jejich ochranného pásma.

Limity ochrany přírody

Plocha zájmového území zasahuje do regionálního biocentra LBC(L1/124). Dále se zájmové území nachází na ploše přírodního parku Hostivař – Záběhlice a může zasahovat i do ochranného pásma zvláštně chráněného území.

Dále se zájmové území nachází v záplavovém územím.

Území v okolí Práčského mlýna je vedeno jako Kulturní a národní kulturní památka. Dále se celá oblast nachází v navržené zóně Památkové zóny.

Průtokové charakteristiky toku

Následující tabulky obsahují data m-denních a N-letých průtoků a dlouhodobého průměrného průtoku pro vodní tok Botič (ČHP 1-12-01-0200-2-00) profilu „Praha – Záběhlice“ poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem:

Tabulka 1 Hodnoty m-denních průtoků VT Botič (ČHP 1-12-01-0200-2-00)

M-denní průtoky Q_{Md}*				$m^3 \cdot s^{-1}$					*Třída III*				
M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	1,19	0,81	0,63	0,51	0,42	0,36	0,30	0,25	0,20	0,16	0,13	0,07	0,04

**m*-denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1991–2020.

Tabulka 2 Hodnoty N-letých průtoků VT Botič (ČHP 1-12-01-0200-2-00)

N-leté průtoky Q_N		$m^3 \cdot s^{-1}$			*Třída III*		
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	7,70	9,30	12,1	22,7	36,5	55,2	69,9

Tabulka 3 Dlouhodobý průměrný průtok Q_a VT Botič (ČHP 1-12-01-0200-2-00)

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a	$m^3 \cdot s^{-1}$
0,516	

Návrh minimálního průtoku

Pro zajištění ekologických funkcí toku je v případě odběru vody z toku nutné zajistit dostatečný průtok v ovlivněném úseku. Tato potřeba je zakotvena ve Vodním zákoně (254/2001) v § 36, tento průtok se nazývá „Minimální zůstatkový průtok“ a stanovuje ho pro konkrétní vodní dílo vodoprávní úřad svým rozhodnutím:

§ 36 Minimální zůstatkový průtok

(1) Minimálním zůstatkovým průtokem je průtok povrchových vod, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku a zohledňuje možnosti rekreační plavby.

(2) Minimální zůstatkový průtok stanoví vodoprávní úřad v povolení k nakládání s vodami. Vodoprávní úřad přitom přihlédne k podmínkám vodního toku a možnostem rekreační plavby, charakteru nakládání s vodami a vychází z opatření k dosažení cílů ochrany vod přijatých v plánu povodí podle § 26. Dále stanoví místo a způsob měření minimálního zůstatkového průtoku a četnost předkládání výsledků těchto měření vodoprávnímu úřadu.

(3) Způsob a kritéria stanovení minimálního zůstatkového průtoku podle odstavce 2 stanoví vláda nařízením.

I když se v posledních zhruba deseti létech vedou v ČR s různou intenzitou diskuse o novém znění tohoto nařízení vlády a jsou diskutovány jiné verze výpočtu MZP, je stále v platnosti metodický pokyn z roku 1998, který doporučuje stanovit hodnoty MZP dle průměrné hodnoty průtoku daného toku Q_{355}.

Tabulka 4 Tabulka udávající vzorový výpočet MZP

Velikost průtoku Q355d	Minimální zůstatkový průtok
menší než 0,05 $m^3.s^{-1}$	Q_{330d}
0,05 - 0,5 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{330d} + Q_{355d}) . 0,5$
0,51 - 5,0 $m^3.s^{-1}$	Q_{355d}
větší než 5,0 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{355d} + Q_{364d}) . 0,5$

Je potřeba zdůraznit, že tento metodický pokyn je pouze vodítkem, jak MZP navrhnout, a orgán ochrany přírody může požadovat i vyšší MZP. To lze vzhledem k ekologickému významu lokality (PP Meandry Botiče), na které se záměr nachází, předpokládat.

Z těchto důvodů byl jako MZP zvolen s rezervou průtok **Q_{330}=0,129 m^3/s.**

Výpočet využitelného průtoku

K stanovení využitelného průtoku byly využity m-denní průtoky vodního toku napájecího vodní elektrárnu, z kterých byl integrací (plochy pod grafem) vypočten celkový roční objem přitékané vody.

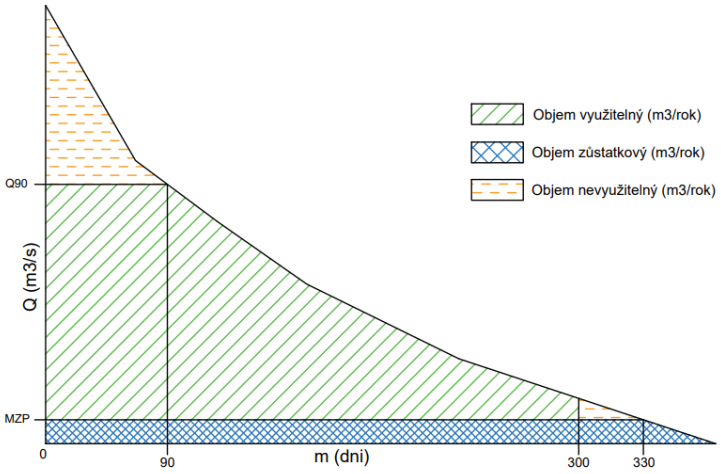
S ohledem na limity konkrétní navrhované mVE (minimální a maximální provozní hodnoty průtoku) a minimální zůstatkový průtok v toku byl celkový roční objem omezen odečtením nevyužitelných objemů pro výrobu energie.

Provozní limity (horní a dolní hodnota) jsou také stanoveny pomocí m-denních průtoků.

Horní limit Q_{90d} = 0,626 m^3/s Spodní limit Q_{300d} = 0,160 m^3/s

Tyto hodnoty stanovují interval, ve kterém je počítán objem využitelný k výrobě energie. Průtoky překračující hodnotu Q_{90d} protéká mimo mVE a stejně tak průtoky nižší než Q_{300d} nejsou využity.

Q_{300d} zde představuje hranici využitelného průtoku: pro všechny průtoky $Q < Q_{300d}$ už po odečtení minimálního zůstatkového průtoku (MZP), který musí zůstat v původním korytě, nezbývá dostatečný průtok pro provoz turbíny.



Obrázek 5 Stanovení využitelného průtoku

Využitelný průtok pro návrh mVE na vodním toku Botič, tedy celkový využitelný objem vody dělený počtem dnů v roce, je **0,236 m^3/s**.

Roční produkce elektrické energie

Pro výpočet celkové výroby energie na mVE byly použity následující vztahy:

$$P = Q_V * H * \eta_c$$

P – výkon [W]

Q_V – využitelný průtok [m^3·s^{-1}]

H – spád [m]

η_c – celková účinnost

$$E = P * t$$

E – vyrobená energie [Wh]

t – čas [h]

Dle tohoto výpočtu navržená mVE na VT Botič vyrobí **54.12 MWh** energie za rok.

Výkon a účinnost elektrárny

V případě vodního kola, které bylo u této lokality navrženo, je celková účinnost 70 %. Kapacita vodního kola, tj. maximální využitelný průtok $Q_{\max}$, je stanovena jako rozdíl m-denních průtoků:

$$Q_{\max} = Q_{90d} - Q_{330d}$$

Výsledný instalovaný výkon turbíny tak činí 12,16 kW.

Tabulka 5 Instalovaný výkon mVE

Maximální průtok ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Instalovaný výkon (kW)
0,466	12,16

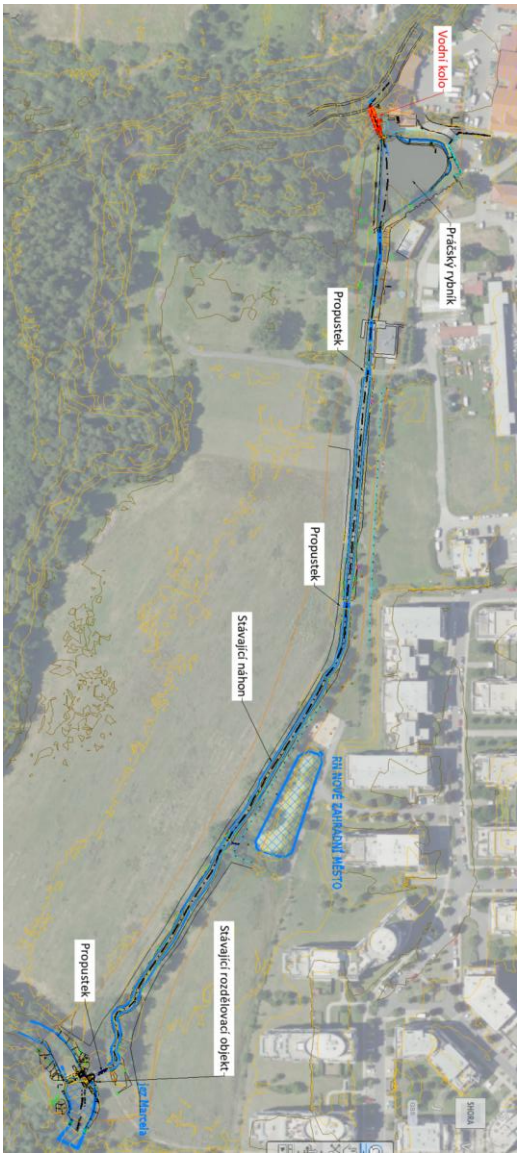
Technické řešení

Projektová schematizace realizovaných opatření

Navržené řešení malé vodní elektrárny využívá vodní kolo instalované na odtoku z Práčského rybníka. Voda je odebírána ze stávajícího rozdělovacího objektu na Botiči a vedena stávajícím funkčním náhonem do Práčského rybníka, který zároveň slouží jako akumulační a stabilizační prvek.

V místě stávajícího odtoku z nádrže bude osazeno vodní kolo, které využívá přirozený spád mezi hladinou rybníka a korytem Botiče k výrobě elektrické energie.

Celý systém je navržen jako revitalizace původního historického vodního díla (bývalého Práčského mlýna), při níž je využita funkce původního náhonu a doplněna tradiční technologie využívající obnovitelný zdroj energie s minimálním dopadem na okolní prostředí.



Obrázek 6 Situační výkres navrhovaného řešení (vodní kolo v západní části)

VODNÍ KOLO

Pro návrh mVE bylo využito vodní kolo. To přeměňuje energii proudící nebo padající vody na energii mechanickou, případně elektrickou. Vyznačuje se vysokou účinností i při malých spádech a kolísavých průtocích a udržuje dobrou provozní účinnost jak při nízkých, tak i vyšších (povodňových) průtocích, což z něj činí spolehlivý a stabilní zdroj energie pro velmi malé vodní elektrárny.

Důvody volby technologie

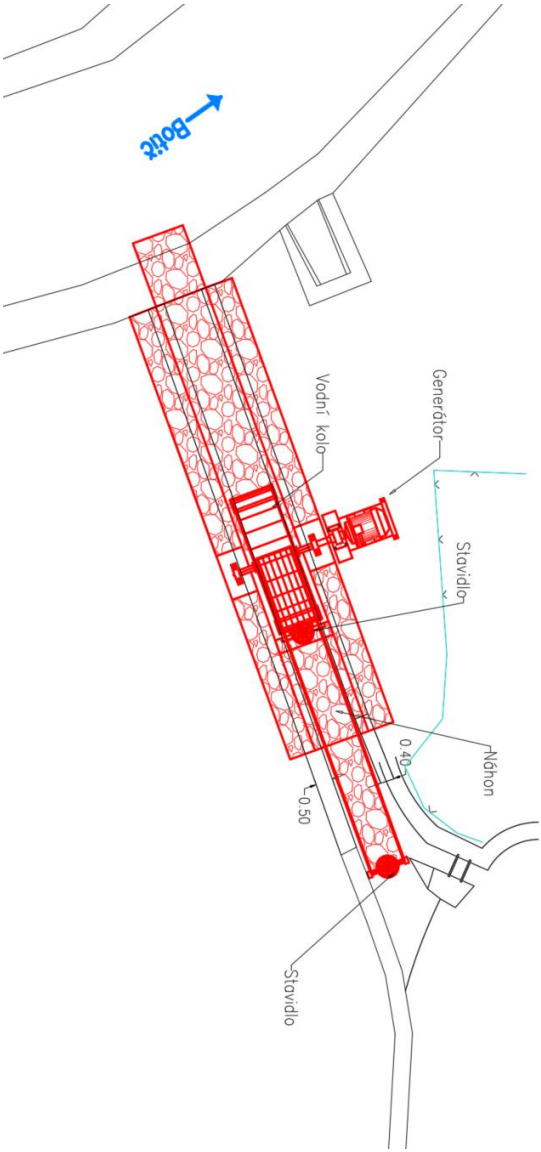
- **Respekt k lokalitě**: Vzhledem k historické hodnotě budovy je vodní kolo vizuálně a památkově vhodnější než moderní turbína (menší stavební zásahy, tradiční vzhled).
- **Účinnost**: Moderní provedení vodních kol dosahuje obvykle 60–80 %, což je pro nízké spády plně konkurenceschopné.
- **Rozsah provozu**: Spolehlivý chod při velmi malých průtocích i za povodňových stavů; při zatopení spodní části kola klesá účinnost, avšak provoz je zachován.
- **Ekologické hledisko**: Otevřená hydraulika s nižšími rychlostmi je šetrnější k ichtyofauně a méně rušivá pro okolí.

Konstrukční prvky a provozní parametry

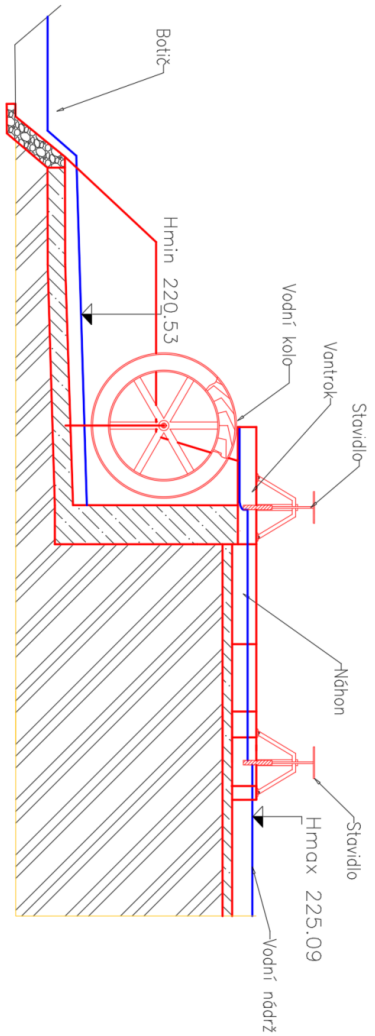
Vodní kolo bude instalováno v místě stávajícího odtoku z Práčského rybníka. Stávající skluz, který vede po svahu do koryta Botiče, bude lokálně prohlouben a upraven pro umístění hřídele a vodního kola. Na bezpečnostním přepadu bude zřízeno ovladatelné stavidlo, umožňující regulaci průtoku vody na vodní kolo.

Další stavidlo bude situováno na začátku vantroku, který směruje vodu přímo na lopatky kola. Proud vody využívá svou potenciální energii spádu k pohonu vodního kola, jehož mechanická energie je následně prostřednictvím převodového ústrojí a generátoru přeměňována na energii elektrickou.

Po průchodu kolem je voda odváděna odtokovým kanálem zpět do koryta Botiče.



Obrázek 7 Konstrukce vodního kola – situace



Obrázek 8 Konstrukce vodního kola – podélný profil

ROZDĚLOVACÍ OBJEKT

Rozdělovacím objektem v zájmovém území je jez Marcela na vodním toku Botič. Jedná se o kombinaci vzdouvacího a odběrného objektu.

Vzdouvacím objektem je manuálně ovladatelný klapkový jez, který umožňuje regulaci hladiny vody v hlavním toku. Odběrný objekt tvoří ručně ovládaný stavidlový uzávěr náhonu, který umožnuje regulaci toku směrem k MVE. Tento uzávěr je napojen na betonové potrubí, které ústí do již existujícího náhonu.

Obrázek 9 Rozdělovací objekt

NÁHON

Náhon odvádí vodu od odběrného objektu směrem do Práčského rybníka. Jedná se o stávající vedlejší tok, na kterém se nachází 3 propustky (DN1000) a jeden odběrný objekt do retenční nádrže na pravém břehu. Koryto má převážně přírodní charakter s občasným výskytem zpevnění břehů. Koryto náhonu může být využito ve stávajícím stavu, případně místně zkapacitněno v zanesených úsecích.

VODNÍ NÁDRŽ

Práčský rybník je stávající vodní dílo, které v tomto případě plní funkci retenční nádrže. Slouží ke krátkodobému zadržení vody a k regulaci průtoku, čímž zajišťuje optimální podmínky pro provoz vodní elektrárny.

Obrázek 10 Práčský rybník

Ekonomická analýza

Hlavním cílem projektu bylo vyčíslení hydroenergetického potenciálu malých vodních elektráren navržených v určených úsecích vodního toku, v tomto případě pro tok Lomnice. Ekonomická analýza hodnotí předpokládané náklady, vztah mezi investičními náklady a instalovaným výkonem u navrhovaných mVE a odhad teoretické roční výroby elektrické energie.

Investiční náklady

Hlavní část investice (bez DPH) tvoří vodní kolo Ø 4 m – 1 400 000 Kč, kde výraznou část nákladů představuje jeho usazení (ŽB komora obložená kamenem, koryto/vantrok, česle a montáž), nikoli jen samotné kolo. Dále projektová příprava – 350 000 Kč (DSP/DPS, inženýring, vodoprávní řízení, TDS/BOZP), elektroinstalace a připojení na NN – 200 000 Kč (rozvaděč výrobny, ochrany dle EN 50549-1, kabeláž a revize) a stavidlo – 100 000 Kč pro manipulaci s odběrem. Celkem 2 050 000 Kč bez DPH.

Tabulka 6 Předpokládané investiční náklady

Dílčí část	MJ	množství	Cena MJ [Kč]	Cena [Kč]
Stavidlo	ks	1	100 000	100 000
Vodní kolo 4 m	ks	1	1 400 000	1 400 000
Elektroinstalace, připojení na NN	ks	1	200 000	200 000
Projektová příprava	soub.	1	350 000	350 000
Náklady celkem				**2 050 000**

Celkový finanční výnos

Tato hodnota se odvíjí od množství vyrobené elektrické energie malou vodní elektrárnou, která je následovně vynásobena vlastní výkupní cenou. Její výše se v průběhu provozu může lišit.

Pro potřeby tohoto výpočtu byla použita jednotková cena 3 Kč/1 kWh. Roční finanční výnos navržené mVE na VT Botič by celkem byl **170 000 Kč.**

Posouzení efektivnosti návrhu

Rozhodujícím ekonomickým faktorem je doba návratnosti investice, která by neměla překročit 10 let. Doba návratnosti investice je dána podílem nákladů na investici a ročním příjmem z investice (po odečtení provozních nákladů a údržby). Roční příjem z vyrobené energie závisí na výkupních cenách, případně výši finančních dotací.

Ekonomická efektivnost závisí na řadě faktorů (investiční náklady – budova strojovny, technologie, přístupové komunikace, transfer vyrobené energie, vybudování příčné vzdouvací překážky v toku, přívod vody a náklady provozní atd.). Porovnání těchto hodnot s cenou ročně vyrobené energie udává návratnost investice v letech.

Doba návratnosti v podobě dané vztahem:

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

TN_P – doba návratnosti [rok]

IN – náklady na investici [Kč]

CF – roční peněžní tok (roční příjem z investice – úspora nákladů v důsledku investice) [Kč/rok]

Pro tento návrh vodní elektrárny, kdy instalovaný výkon představuje 12,16 kW, by **doba návratnosti činila 12 let.**

Poměr investičních nákladů na instalovanou kW je běžně užívaný ukazatel efektivnosti investice. Lze uvažovat, že investorsky výhodná investice do mVE se pohybuje kolem 12 let prosté návratnosti, jako přijatelnou investici lze uvažovat investice s prostou dobou návratnosti do 20 – 25 let. Ostatní lokality jsou považovány za neperspektivní.

Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o perspektivní lokalitu a záměr.

Environmentální posouzení

Záměr se nachází na ploše přírodního parku Hostivař – Záběhlice, u maloplošného zvláště chráněného území Meandry Botiče. Dále záměr zasahuje do regionálního biocentra LBC(L1/124).

Záměr svým rozsahem a technickým řešením představuje minimální zásah do přírodního prostředí. Navržené zařízení využívá stávající spád a průtok toku bez potřeby výrazných stavebních úprav koryta nebo břehů. Vodní kolo bude poháněno částí průtoku, přičemž je zajištěno zachování minimálního zůstatkového průtoku v korytě pro udržení ekologických funkcí toku.

Výskyt ryb a živočichů však ovlivňuje kvalita vody ve vodním toku Botič, která ve vodním toku dlouhodobě nevykazuje dobrý stav. Práčský rybník se značí hodnotným břehovým pásmem a plovoucím vegetačním ostrůvkem, které tvoří útočištěm různých druhů živočichů. Rybník neslouží pro chov ryb a je udržován bez rybí obsádky. Z uvedeného vyplývá, že ryby či další vodní živočichové se občasně v místě záměru vyskytují, záměr by však neměl narušit jejich biotopy, je vhodné nenarušit migraci ryb a případně vhodně navrhnout opatření pro zachování migrační kontinuity toku.

Záměr bude mít vliv na dynamiku sedimentů a splavenin. Nad vzdouvacím objektem lze očekávat zachycování jemnější frakce sedimentů, které bude nutné pravidelně odstraňovat v rámci běžné údržby, aby nedocházelo k omezení průtočného profilu a negativnímu ovlivnění vodního toku níže po proudu.

Celkově lze konstatovat, že záměr je environmentálně šetrným způsobem využití energie toku, který je slučitelný s přírodně cenným charakterem území, pokud bude provoz zajištěn s ohledem na minimální zásah do toku a pravidelnou údržbu. Přestože záměr nepřináší přímé ekologické přínosy, nezhoršuje ekologický stav toku.

Závěr

- **Technická proveditelnost:** Navržené řešení s vodním kolem na odtoku z Práčského rybníka je technicky realizovatelné s využitím stávajícího náhonu a spádu mezi hladinou rybníka a korytem Botiče. Instalovaný výkon 12,16 kW, celková účinnost cca 70 %.

- **Hydrologie/energie:** Při uvažovaném využitelném průtoku Q_v = 0,236 $m^3 \cdot s^{-1}$ a zachování MZP = Q330 = 0,129 $m^3 \cdot s^{-1}$ vychází roční výroba cca 54,12 MWh.

- **Ekonomika:** Odhad investice 2,05 mil. Kč bez DPH, tržba při 3 Kč/kWh ≈ 170 tis. Kč/rok, prostá návratnost 12 let (tzn. 315 tis. Kč/kW instalovaného výkonu)

- **Dopady na prostředí:** Záměr minimálně zasahuje do koryta (využití stávajících objektů), je však v území s významnými limity (Přírodní park Hostivař–Záběhlice, blízkost ZCHÚ Meandry Botiče, památková ochrana, záplavové území). Vlivy jsou zvládnutelné při dodržení MZP, jemné manipulaci a pravidelné údržbě sedimentů/češlí.

Z hydrotechnického a environmentálního hlediska je záměr realizovatelný, ekonomicky perspektivní (závislé na skutečných povolených průtocích a případné podpoře/dotaci). O úspěchu rozhodne povolovací proces v Praze a doladění parametrů (účinnost, skutečně využitelný průtok).

7.2 Studie proveditelnosti realizace vodní elektrárny na vodním toku Kocába

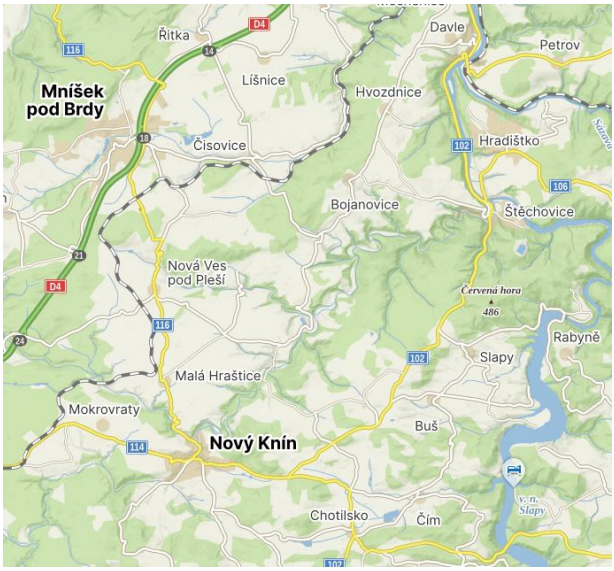
Cíle studie

Cílem studie je ověření realizace mVE na řece Kocábě v obci Bratřínov, místní části Fafkův mlýn / Askalona. Proveditelnost bude posouzena zejména z hlediska hydrologického, hydroenergetického, ekonomického a enviromentálního.

Popis Stávajících podmínek

Lokalita a základní charakteristika

Zájmové území se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Praha-západ, na hranici katastrálních území Bratřínov (kód KÚ 609722) a Slapy nad Vltavou (kód KÚ 749613). Území leží v údolí říčky Kocáby, přibližně 1,5 km východně od centra obce Bratřínov. Nadmořská výška lokality se pohybuje okolo 300–310 m n. m. Obec Bratřínov má podle posledního sčítání lidu z roku 2021 přibližně 200 obyvatel, obec Slapy pak okolo 550 obyvatel.

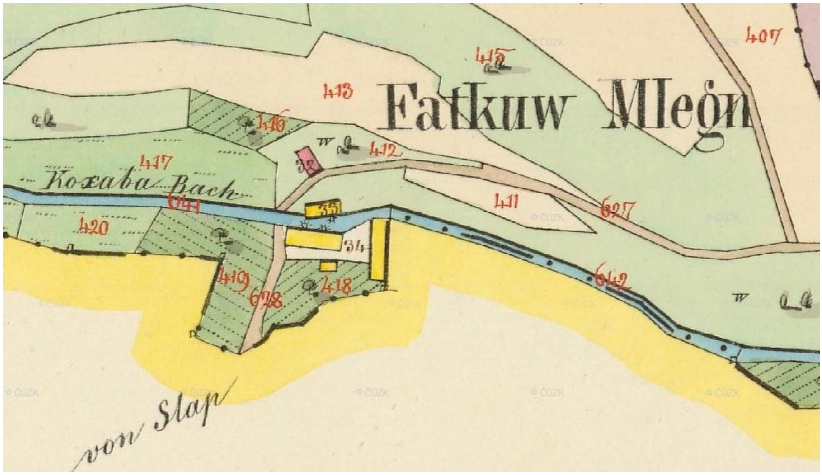


Obrázek 11 Lokalizace zájmového území (Seznam.cz, 2025)

Obrázek 12 Lokalizace zájmového území (Seznam.cz, 2025)

Historie lokality

První doložený vlastník je Jan Mlynařík (1630), následoval Václav Minařík (1653), Jan Chromý (1840) a František Kühn (1930). Mlýn byl nejprve poddanský, později námezdní. Dnes jsou zachovány pouze hospodářské budovy ve zdevastovaném stavu, mlýnské technologie – například Francisova turbína z roku 1930 – jsou již zaniklé.



Obrázek 13 Zájmové území v roce 1837 - Císařské otisky

Hydrologické a klimatické podmínky

Řeka Kocába je levostranným přítokem řeky Vltavy, do které se vlévá na jejím 82,90 ř. km v obci Štěchovice. Pramení v Brdské vrchovině u Příbrami. S celkovým počtem 284 přítoků tvoří povodí o ploše 312,59 km², největším přítokem je Sychrovský potok (21,3 km). V povodí se nachází 270 vodních ploch s celkovou rozlohou 266,85 ha, největší z nich jsou Huťský rybník (31,09 ha) a Nový rybník (19,24 ha). Povodí má největší podíl ploch se sklonem svahů v intervalu 2-5°, zajímají přes 40% území. Hustota říční sítě má průměrnou hodnotu 1,09 km/km².

Dle klasifikace Evžena Quitta spadá zájmové území do klimatické oblasti mírně teplé MT11, které jsou význačné dlouhým, teplým a suchým létem a krátkou, mírně teplou a velmi suchou zimou.

Přístupnost a napojení na infrastrukturu

Zájmové území je napojeno na dopravní infrastrukturu prostřednictvím částečně zpevněné místní komunikace, která se napojuje na silnici III/1021 vedoucí do obce Bratřínov a dále na dálnici D4 přes silnici II/16.

Územní plán

Záměr není uveden v územním plánu obce, ale vzhledem k jeho minimálnímu rozsahu a vzhledem k tomu, že se nachází v místě bývalého vodního díla, nebude zřejmě nutná změna územního plánu. Je nutná konzultace na příslušném MÚ.

Zájmové území se nachází na ploše smíšeného nezastavěného území a konkrétně na přírodní, vodohospodářské, rekreační a zemědělské ploše (NSpvrz). Samotný mlýn se nachází na ploše zastavěného území – na ploše zeleně – zeleň soukromá a vyhrazená (ZS). Dále může zasahovat do plochy Veřejné zeleně (ZV). Dále se nachází zájmové území na plochách veřejného prostranství – veřejné prostranství (PV) a veřejná zeleň (ZV).

Inženýrské sítě

Zájmové území není napojeno na inženýrské sítě, nezasahuje do jejich ochranného pásma.

Limity ochrany přírody

Řešené území může přiléhajícími plochami zasahovat do území ÚSES LBK 215. Může také zasahovat do LBC 231, které se nachází v územním plánu přilehlého katastrálního území Slapy nad Vltavou, východně od řešeného území.

Dále zájmové území může zasahovat do limitu vzdálenosti 50 metrů od okraje pásma lesa.

Zájmového území se nachází v záplavovém území vodního toku Kocáby.

Nejbližší chráněné území se nachází jižně od zájmového území, na druhém břehu řeky Kocáby, kde řeka tvoří hranici přírodního parku Střední Čechy.

Průtokové charakteristiky toku

Následující tabulky obsahují data M-denních a N-letých průtoků a dlouhodobého průměrného průtoku pro vodní tok Kocába (ČHP 1-08-05-1100-0-00) profilu „u Fafkova mlýna“ poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem:

Tabulka 7 Hodnoty M-denních průtoků VT Kocába (1-08-05-1100-0-00)

M-denní průtoky Q_{Md}*			$m^3 \cdot s^{-1}$					*Třída III*					
M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	1,77	1,23	0,94	0,74	0,61	0,50	0,40	0,34	0,27	0,22	0,15	0,08	0,05

**M*-denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1991–2020.

Tabulka 8 Hodnoty N-letých průtoků VT Kocába (1-08-05-1100-0-00)

N-leté průtoky Q_N			$m^3 \cdot s^{-1}$		*Třída III*		
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	6,60	12,2	23,0	34,2	48,3	72,0	94,2

Tabulka 9 Dlouhodobý průměrný průtok Qa VT Kocába (1-08-05-1100-0-00)

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a	$m^3 \cdot s^{-1}$
0,810	

Návrh minimálního průtoku

Pro zajištění ekologických funkcí toku je v případě odběru vody z toku nutné zajistit dostatečný průtok v ovlivněném úseku. Tato potřeba je zakotvena ve Vodním zákoně (254/2001) v § 36, tento průtok se nazývá „Minimální zůstatkový průtok“ a stanovuje ho pro konkrétní vodní dílo vodoprávní úřad svým rozhodnutím:

§ 36 Minimální zůstatkový průtok

(1) Minimálním zůstatkovým průtokem je průtok povrchových vod, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku a zohledňuje možnosti rekreační plavby.

(2) Minimální zůstatkový průtok stanoví vodoprávní úřad v povolení k nakládání s vodami. Vodoprávní úřad přitom přihlédne k podmínkám vodního toku a možnostem rekreační plavby, charakteru nakládání s vodami a vychází z opatření k dosažení cílů ochrany vod přijatých v plánu povodí podle § 26. Dále stanoví místo a způsob měření minimálního zůstatkového průtoku a četnost předkládání výsledků těchto měření vodoprávnímu úřadu.

(3) Způsob a kritéria stanovení minimálního zůstatkového průtoku podle odstavce 2 stanoví vláda nařízením.

I když se v posledních zhruba deseti létech vedou v ČR s různou intenzitou diskuse o novém znění tohoto nařízení vlády a jsou diskutovány jiné verze výpočtu MZP, je stále v platnosti metodický pokyn z roku 1998, který doporučuje stanovit hodnoty MZP dle průměrné hodnoty průtoku daného toku Q_{355}.

Tabulka 10 Tabulka udávající vzorový výpočet MZP

Velikost průtoku Q355d	Minimální zůstatkový průtok
menší než 0,05 $m^3.s^{-1}$	Q_{330d}
0,05 - 0,5 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{330d} + Q_{355d}) . 0,5$
0,51 - 5,0 $m^3.s^{-1}$	Q_{355d}
větší než 5,0 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{355d} + Q_{364d}) . 0,5$

Je potřeba zdůraznit, že tento metodický pokyn je pouze vodítkem, jak MZP navrhnout, a orgán ochrany přírody může požadovat i vyšší MZP. To lze vzhledem k ekologickému významu lokality (PP Meandry Botiče), na které se záměr nachází, předpokládat.

Z těchto důvodů byl jako MZP zvolen s rezervou průtok **Q_{330}=0,149 m^3/s.**

Výpočet využitelného průtoku

K stanovení využitelného průtoku byly využity m-denní průtoky vodního toku napájecího vodní elektrárnu, z kterých byl integrací (plochy pod grafem) vypočten celkový roční objem přitékané vody.

S ohledem na limity konkrétní navrhované mVE (minimální a maximální provozní hodnoty průtoku) a minimální zůstatkový průtok v toku

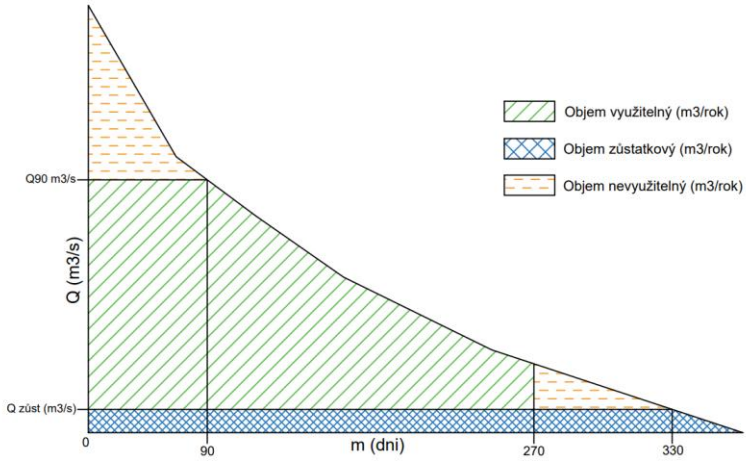
byl celkový roční objem omezen odečtením nevyužitelných objemů pro výrobu energie.

Provozní limity (horní a dolní hodnota) jsou také stanoveny pomocí m-denních průtoků.

Horní limit Q_{90d} = 0,943 m^3/s Spodní limit Q_{270d} = 0,272 m^3/s

Tyto hodnoty stanovují interval, ve kterém je počítán objem využitelný k výrobě energie. Průtoky překračující hodnotu Q_{90d} protéká mimo mVE a stejně tak průtoky nižší než Q_{270d} nejsou využity.

Q_{270d} zde představuje hranici využitelného průtoku: pro všechny průtoky Q < Q_{270d} už po odečtení minimálního zůstatkového průtoku (MZP), který musí zůstat v původním korytě, nezbývá dostatečný průtok pro provoz turbíny.



Obrázek 14 Stanovení využitelného průtoku

Využitelný průtok pro návrh mVE na vodním toku Botič, tedy celkový využitelný objem vody dělený počtem dnů v roce, je **0,385 m^3/s**.

Roční a sezónní produkce elektrické energie

Pro výpočet celkové výroby energie na mVE byly použity následující vztahy:

$$P = Q_V * H * \eta_c$$

P – výkon [W]

Q_V – průtokové množství [$m^3 \cdot s^{-1}$]

H – spád [m]

η_c – celková účinnost

$$E = P * t$$

E – vyrobená energie [Wh]

t – čas [h]

Tímto výpočtem bylo zjištěno, že navržená mVE na VT Kocába vyrobí za rok **72 MWh** energie.

Výkon a účinnost elektrárny

V tomto případě byla použita turbína typu crossflow (Crossover) s celkovou účinností 75 %. Hltnost turbíny, tj. maximální využitelný průtok $Q_{\max}$, je stanovena jako rozdíl m-denních průtoků:

$$Q_{\max} = Q_{90d} - Q_{330d}$$

Výsledný instalovaný výkon turbíny tak činí 14,3 kW.

Tabulka 11 Instalovaný výkon Mve

Maximální průtok ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Instalovaný výkon (kW)
0,671	14,3

Technické řešení

Projektová schematizace realizovaných opatření

Navržená mikro vodní elektrárna je navržena , který odvádí část průtoku z hlavního toku do systému elektrárny.

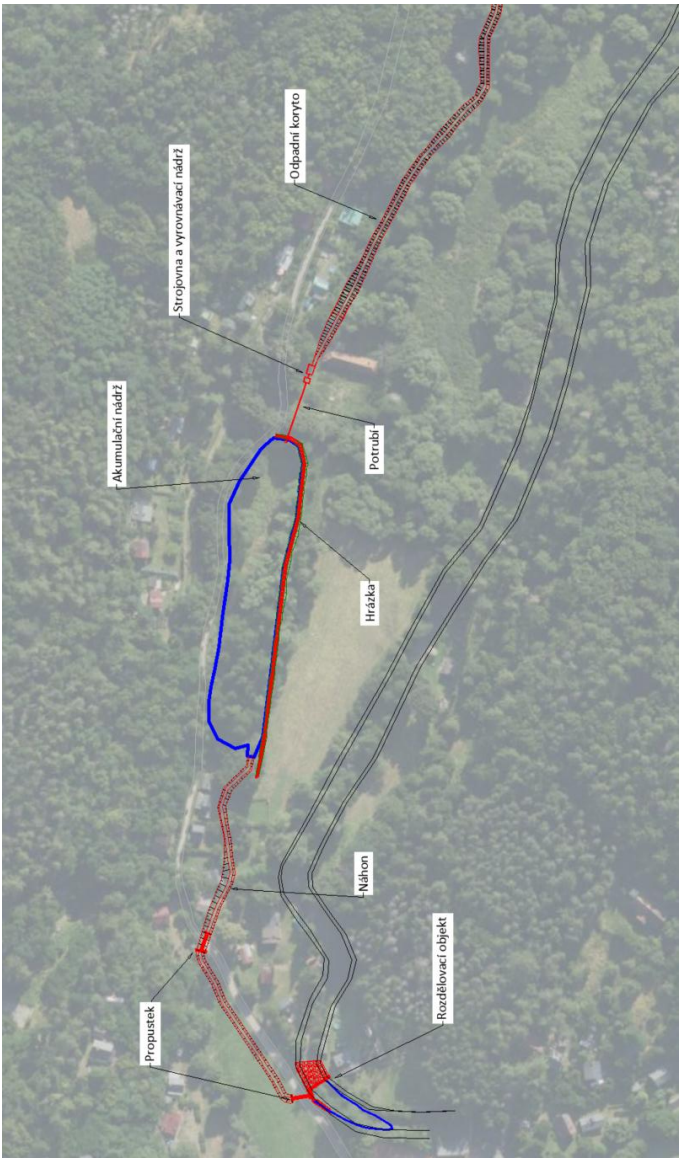
Na začátku trasy (vlevo) je umístěn rozdělovací objekt, kde se voda z toku rozděluje – část zůstává v původním korytě a část je vedena náhonem.

Z rozdělovacího objektu voda propustkem proudí do nově vybudovaného náhonu (část podél cesty) k dalšímu nově navrženému propustku (ve stávajícím stavu je pouze brod). Zde je již využito stávající koryto toku, které bude mírně prohloubeno.

Koryto vede do akumulační nádrže, která slouží k vyrovnání průtoku a krátkodobé akumulaci vody před vstupem do turbíny.

Z akumulační nádrže je vedeno tlakové potrubí, které je propojeno s vyrovnávací nádrží umístěné v blízkosti strojovny. Z vyrovnávací nádrže je voda svedena potrubím přímo do strojovny. V tomto objektu je umístěna turbína s generátorem.

Za strojovnou voda odtéká stávajícím odpadním korytem zpět do původního toku. Toto koryto je funkční, nicméně bude pravděpodobně třeba jeho zkapacitnění.



Obrázek 15 Navrhovaná situace záměru

TURBÍNA VYUŽITA PRO NÁVRH MVE

Pro návrh mVE na VT Lomnice bylo využito turbíny typu CROSSFLOW - OSSBERGER® Crossflow Turbine. Jedná se o hybridní turbínu kombinující prvky reakčních a impulzních konstrukcí za účelem rozšíření provozního rozsahu a zlepšení účinnosti při proměnlivém průtoku a nízkých až středních spádech. Principem je optimalizované vedení vody přes oběžné kolo a směrovací prvky tak, aby se dosáhlo co nejlepšího přenosu energie při širokém spektru provozních průtoků.

Díky dvěma nezávislým komorám spolehlivě vyrábí i při velmi nízkých průtocích, startuje už od 5 % návrhového průtoku a výborně zvládá kolísání vody—proto běží téměř celoročně, kdy jiné typy už stojí. Jednoduchá a robustní konstrukce se třemi pohyblivými díly zajišťuje minimální údržbu a desítky let provozu.

Tabulka 12 Základní charakteristiky turbíny CROSSOVER

Rozsah spádu	m	Rozsah průtoku	$m^3 \cdot s^{-1}$	Výkon	MW
2,5 – 200		0,04 - 17		0,015 - 6	

Důvody volby technologie

- **Široký provozní rozsah a slušná účinnost** i mimo jmenovitý bod – hodí se pro kolísavé průtoky v náhonu.
- **Robustní a tolerantní k nečistotám,** jednoduché klapkové řízení zvládá časté start/stop a krátké špičkování bez výrazného opotřebení, takže se dobře přizpůsobí denním i sezónním změnám.
- **Nižší otáčky → tišší chod, menší kavitace,** vhodné do historického objektu i blízkosti zástavby.
- **Jednoduchá údržba a nižší náklady** než srovnatelné Kaplan/Francis řešení

Konstrukční prvky a variace

Hlavní konstrukční prvky zahrnují lopatky či kanály navržené pro kombinovaný režim (reakční/impulsní), vstupní rozváděcí zařízení (často s možností částečné regulace průtoku), těleso a hřídel odolnou vůči korozi a abrazi; u menších mVE často přímé spojení s generátorem nebo přes převodovku. Je také možné provést modulární instalaci do náhonu, koryta i šachtové uspořádání.

Výkonnost a účinnost

Účinnost turbíny závisí na typu, režimu provozu a zatížení. Účinnost se určuje dle průtoku a spádu a turbína se navrhuje tak, aby pracovala v blízkosti svého optimálního bodu co nejčastěji. V tomto návrhu bylo počítáno s celkovou účinností turbíny 75 %.

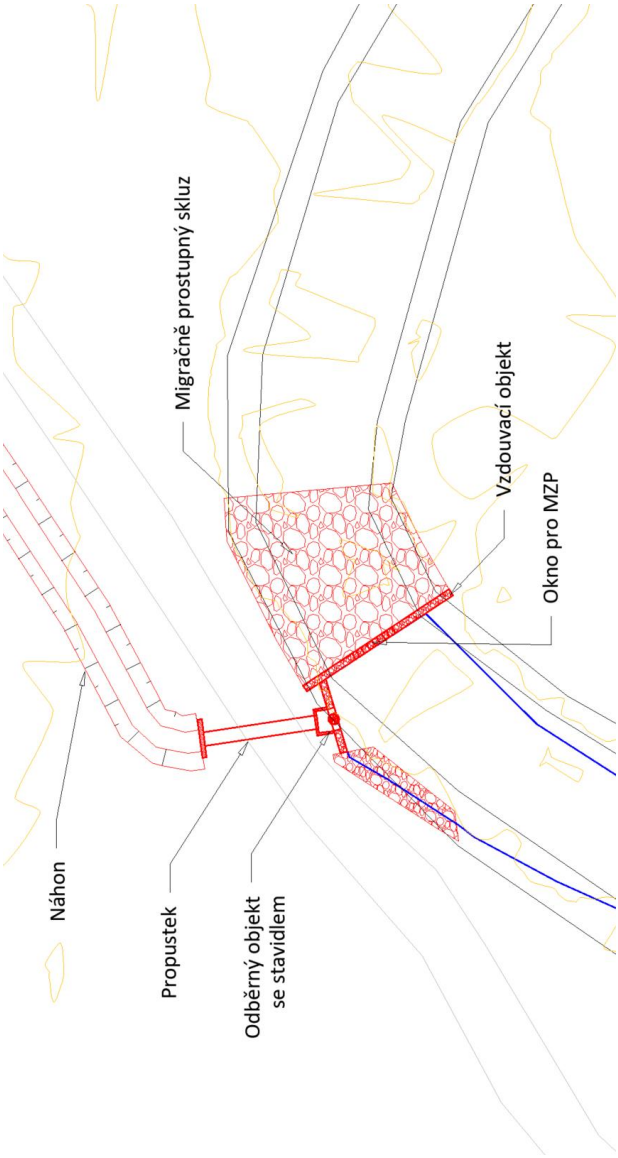
ROZDĚLOVACÍ OBJEKT

Rozdělovací objekt bude tvořen kombinací vzdouvacího a odběrného objektu.

Součástí je nízký vzdouvací objekt se skluzem, který zajišťuje vzdutí hladiny potřebné pro nátok vody do náhonu. Skluz je navržen jako migračně propustný, tedy umožňující migraci ryb a dalších vodních organismů. Součástí vzdouvací konstrukce bude také okno pro převod minimálního zůstatkového průtoku (MZP), zajišťující trvalé minimální množství vody v původním korytě.

Na vzdouvací objekt navazuje odběrný objekt se stavidlem, které umožňuje regulaci přítoku vody do náhonu a zároveň uzavření přívodu v případě údržby nebo mimo provozní stav. Za stavidlem voda vtéká do propustku vedeného pod místní komunikací, odkud pokračuje dále do náhonu.

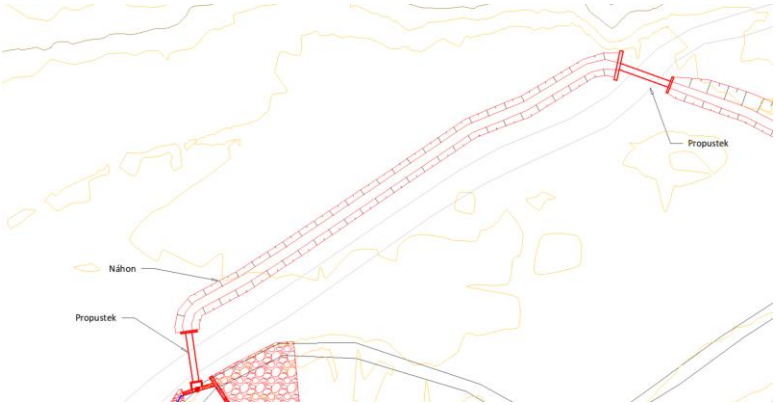
Celý rozdělovací objekt je navržen tak, aby zajišťoval stabilní odběr pro provoz MVE, současně udržoval MZP v původním toku a minimalizoval zásah do krajinného a ekologického prostředí.



Obrázek 16 Rozdělovací objekt

NÁHON + PROPUSTKY

Z rozdělovacího objektu je voda vedena propustkem DN800 do nově vybudovaného zemního hloubeného náhonu, který probíhá podél přilehlé cesty. Náhon je navržen cca 0,7 m hluboký se sklony břehů 1:2 a zajišťuje bezpečné odvedení průtoku směrem k dalšímu nově navrženému propustku. V místě, kde se dnes nachází pouze brod, bude nový betonový propustek DN 1000 s kamennými čely, který zajistí plynulý přechod vodního toku pod komunikací. Za propustkem je již využito stávající koryto vodoteče, které bude pouze mírně prohloubeno a upraveno.



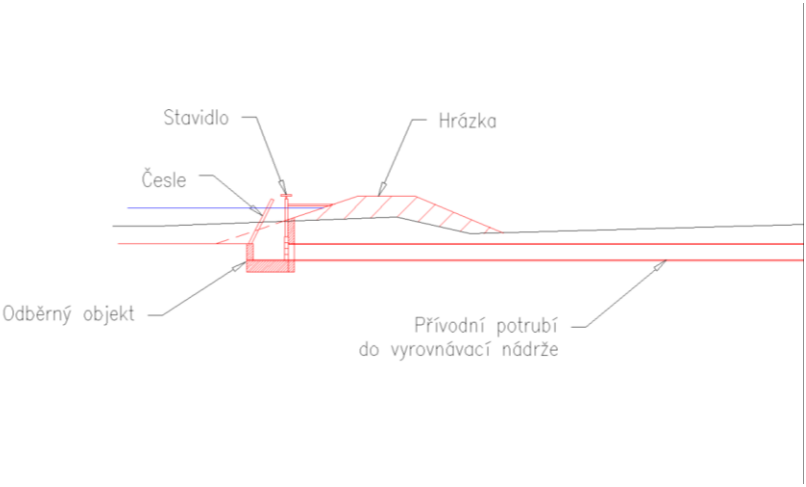
Obrázek 17 Náhon s propustky

AKUMULAČNÍ NÁDRŽ

Akumulační nádrž je navržena v přirozeně podmáčené lokalitě, kde s vysokou pravděpodobností v minulosti již vodní plocha existovala. Využití stávajícího terénního snížení minimalizuje rozsah zemních prací i dopad na okolní prostředí. Ke vzdutí vody postačí nízká zemní hrázka (val) o maximální výšce přibližně 0,3 m a délce zhruba 160 m, která vytvoří stabilní vodní hladinu potřebnou pro akumulaci a plynulý přítok do přivaděče.

Odběrný objekt je tvořen betonovou komorou se stavidlem a česlemi, které zajišťují regulaci přítoku a zachycení nečistot. Z tohoto objektu odtéká voda do přívodního potrubí, jež vede směrem k vyrovnávací nádrži a dále do

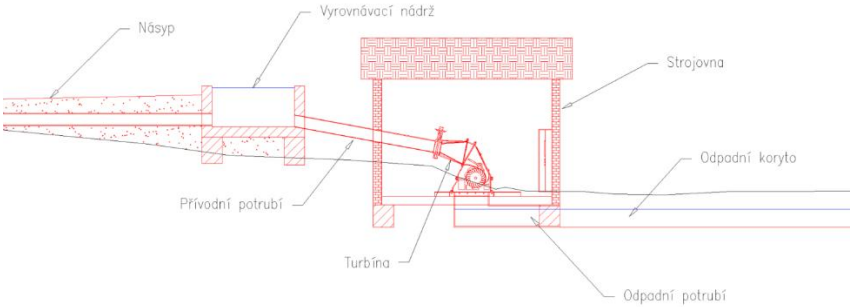
technologické části vodní elektrárny. Konstrukce odběrného objektu umožňuje snadnou manipulaci se stavidlem i čištění česlí, čímž je zajištěn spolehlivý a bezpečný provoz.



Obrázek 18 Odběrný objekt a hrázka

STROJOVNA

Z akumulační nádrže je voda vedena přívodním potrubím do vyrovnávací nádrže, která pracuje na principu spojených nádob. Odtud voda proudí tlakovým potrubím do instalované Bankiho turbíny, v níž dochází k přeměně potenciální energie vody na mechanickou energii rotoru a následně prostřednictvím generátoru na energii elektrickou. Po průchodu turbínou je voda odváděna odpadním potrubím do odpadního koryta, které ústí zpět do recipientu. Celé zařízení je umístěno ve strojovně, jejíž součástí je také nezbytné technologické vybavení.



Obrázek 19 Strojovna s vyrovnávací nádrží

Ekonomická analýza

Ekonomická analýza hodnotí předpokládané náklady, vztah mezi investičními náklady a instalovaným výkonem u navrhované mVE a odhad zisku z teoretické roční výroby elektrické energie.

Investiční náklady

Největší část investičních nákladů tvoří vzdouvací objekt se skluzem (5 500 000), následovaný instalací turbíny Crossover – 750 000 Kč a projektovou přípravou – 700 000 Kč, dále přívodním potrubím DN 600 – 468 000 Kč, vzdouvacím objektem – 450 000 Kč, budovou strojovny – 375 000 Kč a novým zemním náhonem – 287 000 Kč. Součástí investice jsou také další stavební a technologické prvky (již bez uvedení ceny), konkrétně stavidlo, odběrný objekt (Stavidlo 2), dvojice propustků, rekonstrukce náhonu/koryta, zemní hrázka, vyrovnávací nádrž, elektroinstalace a připojení na NN a rekonstrukce odpadního koryta. Celkově rozpočet činí **9,25 mil. Kč**.

Tabulka 13 Předpokládané investiční náklady

Dílčí část	MJ	Množství	Cena MJ [Kč]	Cena [Kč]
Stavidlo	ks	1	100 000	100 000
Vzdouvací objekt se skluzem	ks	1	5 500 000	5 500 000
Stavidlo 2 -odběrný objekt	ks	1	180 000	180 000
Náhon	m	82	3 500	287 000
Propustek 2x	m	16	7 500	120 000
Rekonstrukce náhonu/koryta	m	95	1 500	142 500
Hrázka	m^3	120	600	72 000
Potrubí dn600	m	26	18 000	468 000
Vyrovnávací nádrž	m^2	7	22 000	154 000
Crossover	ks	1	750 000	750 000
Budova strojovny	m^2	15	25 000	375 000
Elektroinstalace, připojení na NN	ks	1	200 000	200 000
Rekonstrukce odpadního koryta	ks	1	200 000	200 000
Projektová příprava	soub.	1	700 000	700 000
Náklady celkem				**9 248 500**

Celkový finanční výnos

Tato hodnota se odvíjí od množství vyrobené elektrické energie malou vodní elektrárnou, která je následovně vynásobena vlastní výkupní cenou. Její výše se v průběhu provozu může lišit.

Pro potřeby tohoto výpočtu byla použita jednotková cena 3 Kč/1 kWh. Roční finanční výnos navržené mVE na VT Kocába by celkem byl **216 000 Kč**.

POSOUZENÍ EFEKTIVNOSTI NÁVRHU

Rozhodujícím ekonomickým faktorem je doba návratnosti investice, která by neměla překročit 10 let. Doba návratnosti investice je dána podílem nákladů na investici a ročním příjmem z investice (po odečtení provozních nákladů a údržby). Roční příjem z vyrobené energie závisí na výkupních cenách, případně výši finančních dotací.

Ekonomická efektivnost závisí na řadě faktorů (investiční náklady – budova strojovny, technologie, přístupové komunikace, transfer vyrobené energie, vybudování příčné vzdouvací překážky v toku, přívod vody a náklady provozní atd.). Porovnání těchto hodnot s cenou ročně vyrobené energie udává návratnost investice v letech.

Doba návratnosti v podobě dané vztahem:

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

TN_P – doba návratnosti [rok]

IN – náklady na investici [Kč]

CF – roční peněžní tok (roční příjem z investice – úspora nákladů v důsledku investice) [Kč/rok]

Pro tento návrh vodní elektrárny, kdy instalovaný výkon představuje 14,3 kW, by **doba návratnosti činila 43 let.**

Poměr investičních nákladů na instalovanou kW je běžně užívaný ukazatel efektivnosti investice. Lze uvažovat, že investorsky výhodná investice do mVE se pohybuje kolem 12 let prosté návratnosti, jako přijatelnou investici lze uvažovat investice s prostou dobou návratnosti do 20 – 25 let. Ostatní lokality jsou považovány za neperspektivní.

Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o neperspektivní lokalitu a záměr.

Environmentální posouzení

Záměr se nenachází ve střetu a neovlivňuje prvky soustavy Natura 2000, maloplošná chráněná území. V okolí nebyl prokázán výskyt zvláště chráněných druhů rostlin či živočichů, lze však předpokládat běžné druhy vázané na vodní a mokřadní prostředí.

Záměr zasahuje do územního systému ekologické stability (ÚSES), konkrétně do lokálního biokoridoru LBK 215 a lokálního biocentra LBC 231, které sledují údolní nivu Kocáby. Část zájmového území se může nacházet v ochranném pásmu lesa (do 50 m od okraje porostu). Tyto prvky je nutné respektovat, nicméně rozsah a charakter stavby – malý vodní náhon s akumulační nádrží – nepředstavuje významné narušení jejich funkce.

Technické řešení počítá s vybudováním nového náhonu odvádějícího část průtoku z hlavního koryta Kocáby a s malou akumulační nádrží sloužící pro pohon vodního kola. Nádrž je umístěna v přirozeně snížené, zamokřené části terénu, čímž se minimalizuje rozsah zemních prací a přerušení přirozeného odtoku. V případě vhodného tvarování břehů a výsadby pobřežní vegetace může akumulační nádrž získat i ekologickou funkci – podporu retence vody, mikroklimatické stabilizace a úkryty pro drobné vodní organismy.

Záměr ovlivní dynamiku sedimentů a splavenin, které se budou částečně zachycovat v akumulační nádrži. Je nutné zajistit pravidelné odstraňování nánosů v rámci údržby a tyto práce provádět mimo období rozmnožování vodních živočichů.

Z hlediska vlivů na životní prostředí lze konstatovat, že záměr představuje lokálně akceptovatelný zásah, který nebude mít významný negativní dopad na stav vodního toku ani na funkce krajinných prvků. Při přírodě blízkém provedení a šetrné údržbě může naopak přispět k posílení vodního režimu a retence vody v krajině.

Závěr a doporučení

- **Technická proveditelnost**: Navržené řešení s náhonem, akumulační nádrží a crossflow (Crossover) turbínou je technicky realizovatelné v daných morfologických podmínkách Kocáby. Nejkomplikovanější a nejnákladnější částí je vzdouvací objekt a strojovna turbíny s navazujícími objekty. Projekt počítá se strojovnou v blízkosti Fafkova mlýna.

- **Hydrologie/energie**: Provozní interval byl stanoven z m-denních průtoků (Q_{270d} = 0,272 $m^3 \cdot s^{-1}$ až Q_{90d} = 0,943 $m^3 \cdot s^{-1}$) při zachování MZP = Q_{330d} = 0,149 $m^3 \cdot s^{-1}$. Roční výroba vychází cca 72 MWh/rok.

- **Výkon a účinnost**: Při uvažované celkové účinnosti 75 % a hltnosti Q_{max} = 0,794 $m^3 \cdot s^{-1}$ odpovídá instalovaný výkon záměru cca 14,3 kW.

- **Ekonomika**: Celkové investiční náklady podle předloženého rozpočtu činí 9,25 mil. Kč. Při výkupní ceně 3 Kč/kWh je odhad ročních tržeb 216 tis. Kč, což odpovídá prosté návratnosti zhruba 43 let (navíc bez započtení nákladů na provoz a údržbu).

V nynější konfiguraci vychází prostá návratnost přibližně 43 let, tedy mimo běžně přijatelné rozmezí (12 let výhodně, 20–25 let ještě akceptovatelně), a projekt je proto ekonomicky neperspektivní. Investiční dotace pro malé vodní elektrárny (např. z programu OP TAK) však mohou významně zkrátit dobu návratnosti; bez jejich využití (nebo pokud právě nejsou vypsány) zůstává projekt při současných parametrech neobhajitelný.

7.3 Studie proveditelnosti realizace vodní elektrárny na Kostřatském potoce (v.n. Labuť)

Cíl studie

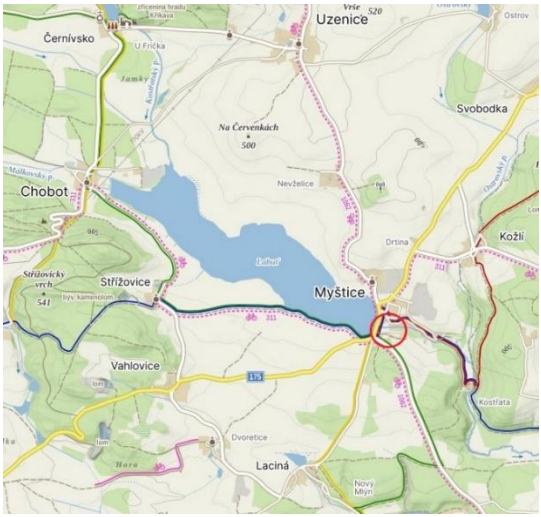
Cílem studie je ověření realizace mVE na Kostřatském potoce v obci Myštice, pod hrází rybníka Labuť. Proveditelnost bude posouzena zejména z hlediska hydrologického, hydroenergetického, ekonomického a enviromentálního.

Popis stávajících podmínek

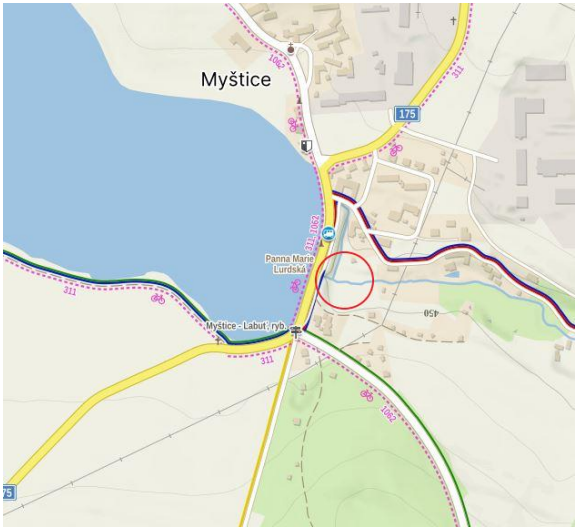
Lokalita a charakteristika místa

Kostratecký potok je levostranným přítokem řeky Lomnice, který odvodňuje krajinu severně od Blatné a na své cestě napájí řadu rybníků. Nad rybníkem Labuť v se do něj vlévá Málkovský potok. Odtud pokračuje směrem k obci Lučkovice a následně se před Miroticemi vlévá do řeky Lomnice.

Rybník Labuť v Myšticích byl založen roku 1492 Jaroslavem Lvím z Rožmitálu a na Blatné. Má rozlohu 101 ha, což z něj činí největší rybník okresu Strakonice. Dnes slouží především k chovu ryb a je významným krajinotvorným prvkem v povodí Kostrateckého potoka.



Obrázek 20 Lokalizace záměru



Obrázek 21 Lokalizace záměru

Historie využití vodní energie v lokalitě

Pod hrází rybníka Labuť v intravilánu obce Myštice se nachází budova bývalého mlýna, která už neslouží svému původnímu záměru. Mlýnské zařízení není dochováno, náhon je zasypán a budova prochází rekonstrukcí k rekreačnímu bydlení. Mlýn je zmiňován již v roce 1418, kdy byl součastí prodeje obce Myštice.

V současnotsi zaniklý vodní motor bez známého výrobce potůstaval z jednoho kola na svrchní vodu se spádem 3,65 m, hltností 0,108 m^3/s a výkonem 3,4 HP.

Hydrologické a klimatické podmínky

Hlavním vodním tokem napájejícím rybník Labuť, tedy i uvažovanou vodní elektrárnu, je Kostrateckỳ potok – levostranný přítok řeky Lomnice. Kostrateckỳ potok pramení na svazích Špalkové hory, odkud nejprve protéká Telčovským rybníkem. Následně se stáčí k jihu a postupně napájí Podruhelský rybník, dále pokračuje přes Mlýnský rybník, rybník Žebrák a následně přes Černívský rybník v obci Černív. Jeho celková délka je 16,9 km a povodí má plochu 59,7 km^2. Plocha povodí nad mVE je 37,5 km^2.

Základní odtok představuje přirozený a relativně stálý průtok vodního toku, který je tvořen převážně podzemními vodami a udržuje se i v obdobích bez srážek. Hodnota základního odtoku v zájmové lokalitě má hodnoty 1,01 – 1,50 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$.

Zájmová lokalita se nachází v mírně teplé klimatické oblasti, která se vyznačuje vyrovnaným teplotním režimem bez výrazných extrémů. Průměrné roční teploty se zde pohybují kolem 7–9 °C, vegetační období je relativně dlouhé a umožňuje stabilní rozvoj přirozených ekosystémů i zemědělské produkce. Roční úhrn srážek činí přibližně 600–800 mm, přičemž většina srážek připadá na letní půlrok. Vzhledem k nadmořské výšce pohybující se mezi 400 a 700 m n. m. se zde přirozeně vyskytují smíšené a listnaté lesy, zejména bukové a dubohabrové porosty, které doplňují jehličnaté dřeviny. Stabilní klimatické podmínky oblasti podporují pestrou druhovou skladbu rostlin i živočichů a vytvářejí vhodné prostředí pro udržitelné hospodaření i ochranu přírodních hodnot.

Stávající vodní infrastruktura (jezy, hráze, regulace toku)

Záměr se nachází v návaznosti na rybník Labuť, který představuje hlavní zdroj vody a hydroenergetického potenciálu pro mVE (vzdutí rybníka). Technicky je v současnosti rybník vybaven požerákem a bočním bezpečnostním přelivem.

Přístupnost a napojení na infrastrukturu

Lokalita je dobře přístupná po Silnici č. 175 a na ní napojenou místní štěrkovou komunikací.

Územní plán

Záměr není uveden v územním plánu obce. Dle ÚP se záměr nachází na ploše „smíšené nezastavěné území“. Využití těchto ploch je podmíněno omezením, kdy zastavěná plocha nesmí přesáhnout 25 m² a maximální výška staveb je stanovena na 5 m.

Malá vodní elektrárna je funkčně slučitelná s vymezením plochy, protože patří mezi vodohospodářské stavby a technickou infrastrukturu. Největší problém představují prostorové limity stavby, které stavba mVE pravděpodobně překročí. Pokud projekt tyto parametry nesplní, bude nutná změna územního plánu nebo zvláštní povolení, že se jedná o výjimku vázanou na vodní dílo.

Součástí záměru je kromě samotné stavby mVE vybudování přivaděče vody z rybníka k vodní elektrárně, jehož trasa kříží místní komunikaci (Silnice II. Třídy č. 175, která slouží jako spojnice mezi městem Blatná a Mirovicemi, přičemž její trasa prochází v těsném sousedství rybníka Labuť). V místě křížení bude potrubí vedeno pod povrchem vozovky tak, aby nedošlo k omezení provozu na komunikaci ani k narušení jejích konstrukčních vrstev.

V trase přivaděče vody pro malou vodní elektrárnu dochází ke křížení s podzemní telekomunikační sítí. Toto křížení musí být řešeno v souladu s

technickými podmínkami a požadavky vlastníka sítě, a to na základě vydaného souhlasu příslušného správce telekomunikační infrastruktury.

V blízkosti záměru se nachází navržený kanalizační řád, který ale se záměrem nekoliduje.

Limity ochrany přírody

V místě záměru se nenachází chráněná území, nebo soustavy Natura 2000. Nepředpokládá se výskyt zvláště chráněných druhů.

Záměr se nachází v blízkosti lokálního biokoridoru LBK310 Labuť u Myštic.

Popis technického řešení záměru

Cílem je vybudování malé vodní elektrárny pod rybníkem, přičemž strojovna bude umístěna mimo těleso hráze, aby nedošlo k narušení její stability a funkce. Řešení využije stávající spád mezi hladinou rybníka a podjezí a zajistí výrobu elektrické energie při zachování provozních a ekologických podmínek vodního díla.

1) Vybudování odběrného objektu
2) Vybudování potrubí pro odvod vody na MVE
3) Vybudování MVE

Odběrný objekt

Vhodným řešením je vybudování samostatného odběrného objektu na břehu rybníka, vybaveného jemnými česlemi a regulačním uzávěrem. Tento objekt umožní bezpečné zachycení splavenin a ochranu ichtyofauny a současně zajistí stabilní a měřitelný odběr vody do přivaděče. Technické řešení objektu bude zajišťovat převedení stanoveného zůstatkového průtoku.

Přivaděč vody

Přivaděč bude tvořen ocelovým nebo PEHD potrubím vedeným pod komunikací tak, aby nenarušil její stabilitu a provoz. Potrubí bude

dimenzováno na optimální průtok s ohledem na tlakové ztráty a bude opatřeno odvzdušněním a kontrolními šachtami pro údržbu.

MVE

Samotná elektrárna bude představovat zděnou nebo železobetonovou strojovnu umístěnou v patě hráze na odtokovém korytě. Do objektu bude osazena vhodně zvolená turbína s generátorem, doplněná o řídicí systém a rozváděč, přičemž součástí stavby bude i odpadní kanál pro plynulé vracení vody zpět do toku.

Hydrologická a energetická analýza

Průtokové charakteristiky toku

Následující tabulky obsahují data M-denních a N-letých průtoků a dlouhodobého průměrného průtoku pro vodní tok Kostřatský potok (ČHP 1-08-04-0260-2-00) profilu „pod hrází rybníka Labuť“ poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem:

Tabulka 14 Hodnoty M-denních průtoků VT Kostřatský potok (ČHP 1-08-04-0260-2-00)

M-denní průtoky Q_{Md}*					$m^3 \cdot s^{-1}$		*Třída III*						
M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	0,31	0,20	0,15	0,12	0,09	0,07	0,04	0,03	0,01	0,03	0,002	0,001	0,0

**M*-denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1991–2020.

Tabulka 15 Hodnoty N-letých průtoků VT Kostřatský potok (ČHP 1-08-04-0260-2-00)

N-leté průtoky Q_N	$m^3 \cdot s^{-1}$	*Třída III*

N	1	2	5	10	20	50	100
Q	3,4	5,8	10,0	15,0	20,0	28,0	36,0

Tabulka 16 Dlouhodobý průměrný průtok Qa VT Kostřatský potok (ČHP 1-08-04-0260-2-00)

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a	$m^3 \cdot s^{-1}$
0,118	

Návrh minimálního průtoku

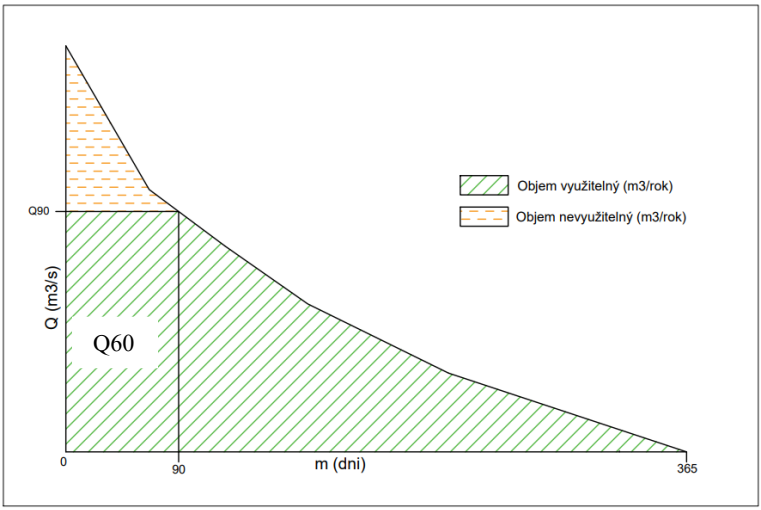
Pro zajištění ekologických funkcí toku je v případě odběru vody z toku nutné zajistit dostatečný průtok v ovlivněném úseku.

Protože je mVE umístěna na vodní nádrži, předpokládáme, že nebude vyžadováno zajištění minimálního zůstatkového průtoku (MZP) požerákem. Turbína tak může využít veškeré průtoky, přičemž celková využitelnost průtoků je prakticky až do minima díky akumulační schopnosti nádrže a možnosti špičkového provozu.

Výpočet využitelného průtoku

K stanovení využitelného průtoku byly využity m-denní průtoky vodního toku napájecího vodní elektrárnu, z kterých byl integrací (plochy pod grafem) vypočten celkový roční objem vody.

V tomto případě nebyl objem vody omezen minimálním zůstatkovým průtokem a zároveň oproti jiným lokalitám byl zvolen jako horní limit průtok odpovídající Q_{60d} = 0,202 m^3/s. Průtoky překračující tuto hodnotu budou protékat mimo vodní elektrárnu, tj. bezpečnostním přelivem vodní nádrže popř. požerákem.



Obrázek 22 Stanovení využitelného průtoku

Využitelný průtok pro návrh mVE na vodním toku Botič, tedy celkový využitelný objem vody dělený počtem dnů v roce, je **0,081 m^3/s**.

Roční a sezónní produkce elektrické energie

Pro výpočet celkové výroby energie na mVE byly použity následující vztahy:

$$P = Q_V * H * \eta_c$$

P – výkon [W]

Q_V – průtokové množství [m^3·s^{-1}]

H – spád [m]

η_c – celková účinnost

$$E = P * t$$

E – vyrobená energie [Wh]

t – čas [h]

Tímto výpočtem bylo zjištěno, že navržená mVE na VT Kostřatský potok vyrobí 24.4 MWh energie.

Výkon a účinnost elektrárny

V případě turbíny MAVEL, která byla u této lokality navržena, je celková účinnost 70 %. Hltnost turbíny, tj. maximální využitelný průtok Q_{max}, je stanoven jako průtok roven průtoku Q_{60d} = 0,202 m^3/s.

Výsledný instalovaný výkon turbíny tak činí 6,94 kW.

Tabulka 17 Instalovaný výkon mVE

Maximální průtok ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Instalovaný výkon (kW)
0,202	6,94

Technické řešení (varianta 1)

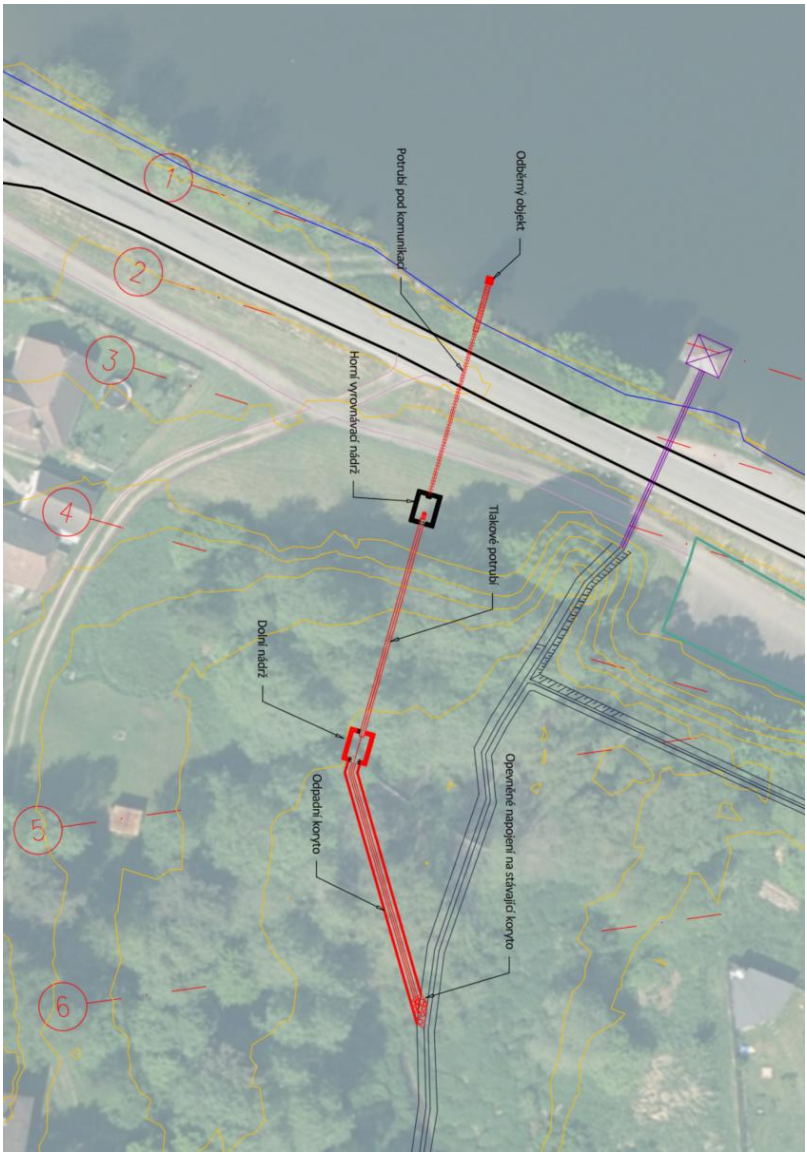
Projektová schematizace realizovaných opatření

Navržená malá vodní elektrárna je koncipována tak, aby odváděla průtok Kostřatského potoka, který napájí rybník Labuť do systému elektrárny.

Na začátku trasy se nachází odběrný objekt v podobě požeráku s česly a stavidlem. Tento objekt je umístěn jižněji na hrázi než stávající požerák, což umožňuje, aby oba objekty fungovaly zcela nezávisle.

Z odběrného objektu vede voda potrubím skrz hráz pod silnicí II/175 směrem do horní vyrovnávací nádrže. V této nádrži je umístěna turbína. Turbína typu Mavel MT3 využívá rozdílu hladin mezi horní a dolní nádrží, kdy voda pod tlakem proudí do turbíny a předává energii rotoru. Tím dochází k přeměně potenciální energie vodního spádu na mechanickou a následně elektrickou energii prostřednictvím generátoru. Potrubí (savka) je vedeno po vzdušné straně hráze směrem k dolní nádrži.

Z dolní nádrže pak voda odtéká odpadním korytem, které se napojuje na stávající koryto, které vede od výústě rybníka.



Obrázek 23 Situace záměru

TURBÍNA VYUŽITA PRO NÁVRH MVE

Pro návrh VE na VT Kostřatský potok bylo využito turbíny typu Mavel MT3. Jedná se o modulární mikro-turbínu navržené pro lokality s nízkým spádem a omezeným průtokem. Využívá siphonové uspořádání s oběžným kolem Kaplanova typu o průměru přibližně 300 mm, vhodná je pro instalaci přímo na jezech nebo v náhonech bez samostatné strojovny.

Tabulka 18 Základní charakteristiky turbíny CROSSOVER

Rozsah spádu	m	Rozsah průtoku	$m^3 \cdot s^{-1}$	Výkon	kW
1,5 – 6		0,15 – 0,4		5 – 20	

Důvody volby technologie MAVEL MT3

- **Integrace do stávající hráze:** pomocí vyrovnávacích nádrží osazení na vzdušním líci hráze a v pohrází -> zhodnocení převýšení bez velkých zásahů.
- **Špičkování:** využití akumulačního objemu k vyrovnávání průtoků pod hltností turbíny -> stabilní provoz.
- **Automatizovaný provoz**: bezobslužné řízení, rychlé start/stop, spolehlivá synchronizace se sítí.
- **Provoz a dopady**: automatizace, nízký hluk, šetrnost k ichtyofauně, respekt k manipulačnímu řádu a snadná údržba. Lokální servis a dostupnost náhradních dílů zajišťují vysokou provozní spolehlivost.

Konstrukční prvky a variace

Hlavní konstrukční prvky zahrnují oběžné kolo Kaplanovského typu s čtyřmi manuálně seřiditelnými lopatkami, sací nebo tlakové těleso a generátor.

Výkonnost a účinnost

Vhodná tam, kde je potřeba jednoduché, robustní a rychle dodatelné řešení pro mVE bez rozsáhlých staveb. Celková účinnost se pohybuje kolem 65 až 70 %.

RYBNÍK LABUŤ

Základní informace o rybníku Labuť jsou uvedeny v kapitole 1.2.1. Rybník má hráz o délce přibližně 300 m. Na základě doby jeho vzniku a srovnání s obdobnými vodními díly lze předpokládat, že se jedná o zemní hráz s jílovým těsnicím jádrem, jak bylo v daném období běžnou stavební praxí.

V severní části hráze je situován bezpečnostní přeliv, který slouží k odvádění přebytečných vod při zvýšených průtocích. Přibližně v polovině délky hráze je umístěn požerák se stavidlem, umožňující regulaci hladiny a úplné vypuštění rybníka při výlovech nebo údržbě.

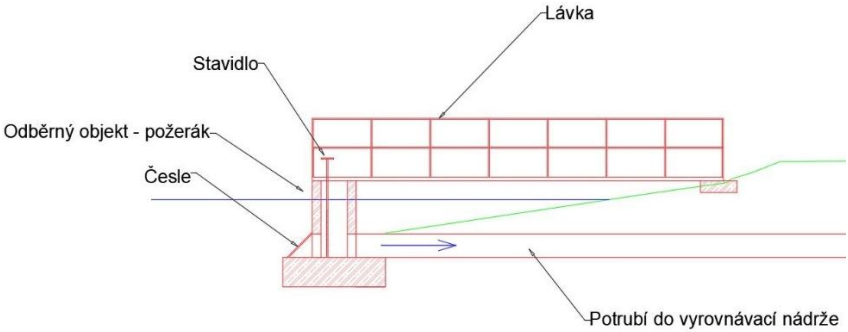
Rybník Labuť v této situaci slouží jako akumulační nádrž, který zajišťuje stabilní přítok do mVE a vyrovnává výkyvy průtoku Kostrateckého potoka.

Uvažuje se regulační manipulace s hladinou v rozsahu cca 5 cm. Při návrhovém průtoku Q_{60} = 0,202 m³/s vychází doba poklesu hladiny o 0,05 m (tj. částečné vyprázdnění zásobního objemu) na přibližně 2,9 dne, což představuje dostatečně dlouhý interval, aby provoz turbíny nebyl zatěžován častým spouštěním a vypínáním.

ODBĚRNÝ OBJEKT S POTRUBÍM

Navrhovaný odběrný objekt je řešen jako nově vybudovaný požerák umístěný v tělese hráze rybníka Labuť. Součástí objektu jsou hrubé česle, sloužící jako ochrana proti vniknutí plovoucích nečistot a předmětů do systému, a stavidlo, které umožňuje regulaci přítoku vody. Provozní přístup k požeráku je zajištěn lávkou vedenou po koruně hráze.

Z požeráku je voda odváděna uzavřeným potrubím, které prochází tělesem hráze a pod silniční komunikací, dále pak pokračuje do horní vyrovnávací nádrže, kde je umístěna turbína.



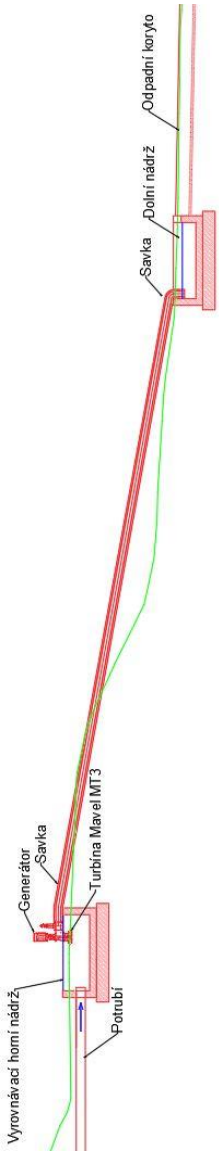
Obrázek 24 Odběrný objekt

TURBÍNA S VYROVNÁVACÍMI NÁDRŽEMI

V horní vyrovnávací nádrži je instalována násosková (sifonová) turbína typu Mavel MT3. Tato turbína využívá rozdílu hladin mezi horní a dolní nádrží, přičemž proud vody je veden sifonovým potrubím (savkou), které prochází přes těleso hráze. Voda proudí do turbíny pod vlivem podtlaku vzniklého v horní části savky, čímž dochází k přeměně potenciální energie vodního spádu na mechanickou a následně elektrickou energii prostřednictvím generátoru.

Savka je navržena tak, aby oba její konce – u přítoku i výtoku – byly trvale ponořeny pod hladinou. Tím je zajištěna stabilita sifonového efektu a plynulý chod turbíny bez rizika zavzdušnění. Dolní vyrovnávací nádrž slouží také k uklidnění proudění a redukci turbulence vody po průchodu turbínou.

Z dolní nádrže voda odtéká odpadním korytem, které se napojuje na stávající výpustní koryto od původního požeráku.



Obrázek 25 Podélný profil nádrží a navrhované turbíny

Variantní řešení na rybníku Labuť (varianta 2)

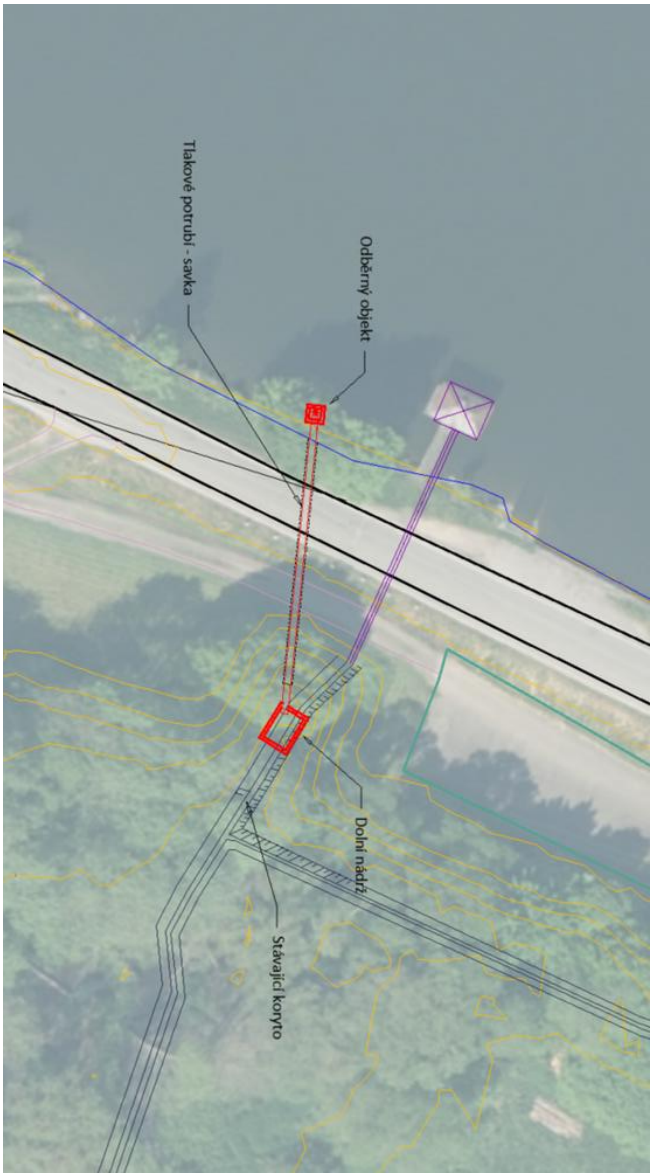
Tato varianta představuje alternativní technické uspořádání mikro vodní elektrárny na rybníku Labuť oproti základnímu řešení popsanému ve variantě 1. Základní koncepce využití vodního spádu, zvolená technologie turbíny i provozní principy zůstávají shodné, liší se však prostorové uspořádání hlavních objektů MVE.

Popis variantního uspořádání

V této variantě je odběrný objekt navržen v tělese hráze rybníka Labuť, v poloze blíže ke stávajícímu požeráku, tak aby byl zajištěn jeho nezávislý provoz bez zásahu do funkce stávající výpusti rybníka.

Z odběrného objektu je voda odváděna tlakovým potrubím (savkou) vedeným tělesem hráze a pod silniční komunikací II/175. Potrubí je dále vedeno přímo k dolní vyrovnávací nádrži, umístěné v prostoru pod hrází, v blízkosti dolní výpusti rybníka. Tedy z řešení byla vynechána horní vyrovnávací nádrž.

Turbína typu Mavel MT3 je, shodně s variantou 1, situována v horní části systému v bezprostřední blízkosti odběrného objektu. Za turbínou je voda odváděna do dolní vyrovnávací nádrže, která slouží také ke stabilizaci proudění a snížení hydraulických ztrát. Z dolní nádrže je voda následně odváděna do stávajícího koryta toku pod hrází rybníka Labuť.



Obrázek 26 Situace záměru (varianta 2)

Obrázek 27 Podélný profil (varianta 2)

Ekonomická analýza

Investiční náklady zahrnují kompletní technologii i stavební část: největší část tvoří sifonová turbína Mavel TM3 (turbína+generátor+savka) za 750 tis. Kč, dále stavidlo pro odběr vody z vodní nádrže, velmi nákladné je i potrubí skrz hráz (celkem přes 0,5 mil.) a dvě vyrovnávací železobetonové nádrže (300 tis.) a elektroinstalace s připojením na NN dle EN 50549-1 (200 tis.). Projektová příprava (DSP/DPS, inženýring, vodoprávní řízení, geodézie, TDS/BOZP, revize) činí 400 tis. Kč. Součet položek je **2 456 000 Kč.**

Tabulka 19 Předpokládané investiční náklady varianty 1

Dílčí část	MJ	množství	Cena MJ [Kč]	Cena [Kč]
Stavidlo 2	ks	1	180 000	180 000
Mavel MT3	ks	1	750 000	750 000
Potrubí dn600	m	20	18 000	360 000
Potrubí dn600 komunikace	m	6	32 000	192 000
Vyrovnávací nádrž 2x	m^2	14	22 000	308 000
Odpadní koryto	m	33	2 000	66 000
Elektroinstalace, připojení na NN	ks	1	200 000	200 000
Projektová příprava	soub.	1	400 000	400 000
Náklady celkem				**2 456 000**

Ve druhé variantě dochází ke zjednodušení stavební části a omezení rozsahu délky potrubí a vyrovnávacích objektů. Odběrný objekt je řešen samostatně a je uvažována pouze jedna vyrovnávací nádrž. Technologie Mavel MT3 je oceněna částkou 1 050 tis. Kč, přičemž vyšší cena oproti variantě 1 odráží náročnější stavební řešení spočívající v zakopání tlakové části potrubí (savky) do tělesa hráze, včetně souvisejících stavebních a montážních prací. Náklady na elektroinstalaci a připojení na NN i projektovou přípravu zůstávají shodné s variantou 1.

Celkové investiční náklady této varianty činí **2 054 000 Kč**.

Tabulka 20 Předpokládané investiční náklady varianty 2

Dílčí část	MJ	množství	Cena MJ [Kč]	Cena [Kč]
Odběrný objekt	ks	1	250 000	250 000
Mavel MT3	ks	1	1 050 000	1 050 000
Vyrovnávací nádrž 1x	m^2	7	22 000	154 000
Elektroinstalace, připojení na NN	ks	1	200 000	200 000
Projektová příprava	Soub	1	400 000	400 000
Náklady celkem				**2 054 000**

Oproti variantě 1 dochází u varianty 2 ke snížení investičních nákladů o přibližně 400 tis. Kč. Úspora je dosažena především omezením rozsahu potrubí a zjednodušení stavebních konstrukcí, a to i přes vyšší náklady na technologii turbíny související se zapuštěním savky do tělesa hráze.

Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují veškeré výdaje nezbytné pro realizaci mVE od nabytí pozemků přes projektovou přípravu až po výstavbu a uvedení do provozu. Nejvýznamnější složky nákladů tvoří stavební práce, strojní a technologická zařízení a elektroinstalace; součástí jsou také další vyvolané investice spojené s realizací projektu.

Celkový finanční výnos

Tato hodnota se odvíjí od množství vyrobené elektrické energie malou vodní elektrárnou, která je následovně vynásobena vlastní výkupní cenou. Její výše se v průběhu provozu může lišit.

Pro potřeby tohoto výpočtu byla použita jednotková cena 3 Kč/1 kWh. Roční finanční výnos navržené mVE na VT Kostřatský potok by celkem byl **73 000 Kč**.

POSOUZENÍ EFEKTIVNOSTI NÁVRHU

Rozhodujícím ekonomickým faktorem je doba návratnosti investice, která by neměla překročit 10 let. Doba návratnosti investice je dána podílem nákladů na investici a ročním příjmem z investice (po odečtení provozních nákladů a údržby). Roční příjem z vyrobené energie závisí na výkupních cenách, případně výši finančních dotací.

Ekonomická efektivnost závisí na řadě faktorů (investiční náklady – budova strojovny, technologie, přístupové komunikace, transfer vyrobené energie, vybudování příčné vzdouvací překážky v toku, přívod vody a náklady provozní atd.). Porovnání těchto hodnot s cenou ročně vyrobené energie udává návratnost investice v letech.

Doba návratnosti v podobě dané vztahem:

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

TN_P – doba návratnosti [rok]

IN – náklady na investici [Kč]

CF – roční peněžní tok (roční příjem z investice – úspora nákladů v důsledku investice) [Kč/rok]

Pro tento návrh vodní elektrárny, kdy instalovaný výkon představuje 6,94 kW**, by doba návratnosti činila 33,5 let.**

Poměr investičních nákladů na instalovanou kW je běžně užívaný ukazatel efektivnosti investice. Lze uvažovat, že investorsky výhodná investice do mVE se pohybuje kolem 12 let prosté návratnosti, jako přijatelnou investici lze uvažovat investice s prostou dobou návratnosti do 20 – 25 let. Ostatní lokality jsou považovány za neperspektivní.

Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o neperspektivní lokalitu a záměr.

Environmentální posouzení

Záměr se nenachází ve střetu s prvky soustavy Natura 2000 ani se zvláště chráněnými územími. V širším okolí se však nachází rybník Labuť, který je vymezen jako lokalita národně významných druhů, především jako

stanoviště bukače velkého. Záměr je umístěn mimo vlastní hnízdní a klidovou zónu tohoto druhu a neovlivňuje přímo jeho stanoviště.

V blízkosti záměru se dále nachází lokální biokoridor LBK 310 Labuť u Myštic, který sleduje vodní a mokřadní prostředí rybníka a jeho přítoků. Záměr svým rozsahem a technickým řešením funkci tohoto biokoridoru nenarušuje, nicméně výraznější kolísání hladiny za účelem špičkování by mohlo litorální ekosystémy negativně ovlivňovat.

Rybník slouží v chovu ryb, proto záměr zohledňuje možné ovlivnění migrace. Technické řešení navrhuje vybudování samostatného odběrného objektu u břehu rybníka, který svým řešením umožní nenarušení hydrologického režimu – stabilní minimální zůstatkový průtok, zajistí ochranu fauny a zachycení splavenin. Pro ochranu je nezbytné pravidelně splaveniny odstraňovat, aby nedocházelo k jejich unášení do odtokového profilu ani k omezení kapacity zařízení.

Celkově lze konstatovat, že navržené technické řešení je navrženo šetrně vůči vodnímu ekosystému rybníka Labuť a při dodržení pravidelné údržby a sezónních omezení (zejména mimo hnízdní období bukače velkého) nebude mít významný negativní vliv na stav a dynamiku vodního toku ani rybničního ekosystému.

Závěr a doporučení

Technická proveditelnost: Navržené řešení s násoskovou (sifonovou) turbínou Mavel MT3 ve vyrovnávací nádrži pod hrází Labutě je technicky realizovatelné bez větších zásahů do tělesa hráze (odběrný objekt/požerák, přivaděč pod II/175, horní a dolní vyrovnávací nádrž).

Hydrologie/energie: Díky akumulační funkci rybníka není uvažován MZP z požeráku, provoz bude řízen manipulačním řádem a bezpečnostní přeliv zajišťuje převod povodňových průtoků. Při využitelném průtoku 0,081 $m^3 \cdot s^{-1}$ vychází roční výroba na 24,4 MWh. Instalovaný výkon pro průtok Q_{60} ≈ 0,202 $m^3 \cdot s^{-1}$cca 6,94 kW s účinností okolo 70 %.

Ekonomika: Odhad investice cca 2,5 mil. Kč (resp. 2 mil. Kč), tržba při 3 Kč/kWh vychází na 73 tis. Kč/rok, prostá návratnost pak na 33,5 roku (resp. 28 let). Projekt je v aktuální konfiguraci ekonomicky neperspektivní,

zejména díky relativně malým průtokům na Kostřatském potoce. Investiční podpora může návratnost zkrátit přibližně na polovinu. U profilu (vodní nádrže), kde nevzniká nová migrační bariéra je možnost podpory relativně vysoká.

Dopady na prostředí: Záměr nevytváří novou migrační bariéru, nicméně by kolísání hladiny za účelem špičkování mohla negativně ovlivňovat LBK 310 Labuť u Myštic a ornitologicky cenné prostředí Labutě (bukač velký). Při jemné manipulaci s hladinou (± 5 cm), ochraně ichtyofauny (česle) a pravidelném čištění splavenin jsou vlivy zvládnutelné.

Z hydrotechnického hlediska realizovatelné, z hlediska povolování proveditelné (při doložení bezpečnosti hráze a koordinaci se správcem toku), ekonomicky však nevyhovující bez podpory. Nutno ověřit a případně využít dotační možnosti, posílit ekonomiku vyšší realizovanou cenou (max. vlastní spotřeba/přímý odběratel) popř. prověřit možnosti snížení investičních nákladů. Bez uvedených kroků zůstává záměr ekonomicky neobhajitelný.

7.4 Studie proveditelnosti realizace malé vodní elektrárny na Líšinickém potoce

Cíl studie

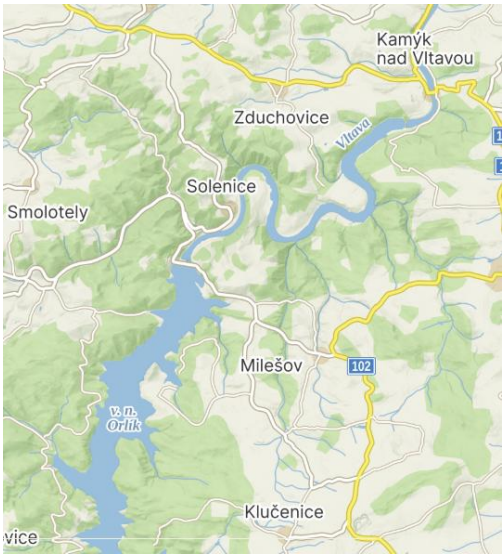
Cílem studie je ověření realizace MVE na Líšnickém potoce v obci Solenice, místní části Zavadilka. Proveditelnost bude posouzena zejména z hlediska hydrologického, hydroenergetického, ekonomického a enviromentálního.

Popis stávajících podmínek

Lokalita a charakteristika místa

Líšnický potok je levostranným přítokem Vltavy, který se vlévá do vodní nádrže Kamík. Koryto potoka je v místě záměru zaříznuté do skalního masivu a má poměrně velký spád. Podél potoka vede silnice na Bohostice, ústí potoka do nádrže Kamík je přemostěno.

Vlastní koryto toku je opevněné dlažbou, které je místy poškozena, šířka koryta je okolo 3 m.



Obrázek 28 Lokalizace záměru (širší měřítko)

Obrázek 29 Lokalizace záměru

Historie využití vodní energie v lokalitě

V ústí Líšnického potoka při cestě k Bohosticím stával na pravém břehu malý vodní mlýn s náhonem na mlýnské kolo. Mlýn je zmiňován již v 17. století. Tehdy sloužil jako překladiště zboží, které se dopravovalo vozy po řece. Na řece blízko mlýna bývalo vaziště vorů a skládka dřeva.

V 18. a 19. století tu působil mlynářský rod Pflegerů. Na konci 19. století již mlýn obýval a provozoval rod Vopičků. Ve 30. letech 20. století Vopičkův také obhospodařovali přes 12 ha polí, šest lánů a luk.

Ve mlýně nastaly potíže vždy, když Líšnický potok vyschl, problémy způsobovaly i záplavy na řece Vltavě. Jarní dřenice a vysoká hladina vody v řece zase škodily záplavami. V letech 1925, 1926 a 1941 voda vzala vodu skladované dřevo na vazišti. V létech 1925, 1926 a 1941 vystoupala tak vysoko, že dolní světnice ve mlýně byly neobyvatelné.

Roku 1940 byl mlýn uzavřen. V roce 1954 byly zahájeny práce na stavbě přehrady Orlík včetně pomocných staveb, mlýn včetně hospodářských budov byly zbourány z důvodu stavby mostu.

Stávající vodní infrastruktura (jezy, hráze, regulace toku)

V místě záměru se z původního mlýnu nedochovaly žádné funkční objekty, původní náhon již zanikl, budovy mlýnu byly zbourány.

Na toku se o něco níže se nachází poškozený vzdouvací objekt, jehož určení není známo, pevné části jsou v poměrně zachovalém stavu a objekt by bylo možné opravit a doplnit o pohyblivou část.

Obrázek 30 Původní odběrový objekt, charakter toku v říční kilometru cca 0,284 dlažbou, která je místy poškozena.

Obrázek 31 Původní odběrový objekt, charakter toku v říční kilometru cca 0,284 dlažbou, která je místy poškozena

Přístupnost a napojení na infrastrukturu

Lokalita je dobře přístupná po silnici č. 11822 a místní komunikaci

Územní plán

Záměr není uveden v územním plánu obce, ale vzhledem k jeho minimálnímu rozsahu a vzhledem k tomu, že se nachází v místě bývalého vodního díla, nebude zřejmě nutná změna územního plánu. Je nutná konzultace na příslušném MÚ.

Limity ochrany přírody

V místě záměru se nenachází chráněná území, nebo soustavy Natura 2000. Nepředpokládá se výskyt zvláště chráněných druhů.

Vzhledem k tomu, že potok periodicky vysychá, nedá se předpokládat stabilní rybí obsádka (nutno prověřit průzkumem)

Záměr se nachází na území regionální biokoridoru ÚSES Štěchovice - Hlubocká obora (NK60) a lokálního biocentra LBC K60-1.

Popis technického řešení záměru

Předmětem záměru je vybudování nové MVE v místě původního mlýnu:

1) Vybudování odběrného objektu
2) Vybudování náhonu/potrubí pro odvod vodu na MVE
3) Vybudování MVE

Odběrný objekt

Odběrový objekt bude betonový o výšce 0,9 m a bude zajišťovat nátok do náhonu / potrubí. Nad objektem vznikne zavzdutý úsek o délce přibližně 40 m. Technické řešení objektu bude zajišťovat převedení stanoveného zůstatkového průtoku.

Náhon

Převedení vody na MVE je v této fázi zatím řešeno variantně ve dvou variantách - buď otevřeným náhonem nebo potrubím. O finálním způsobu technického řešení bude rozhodnuto dle výsledků IGP dle výsledku projednání studie s dotčenými subjekty.

Varianta 1 – Náhon

Bude se jednat o otevřený náhon v délce 150 m, šířka náhonu ve dně bude 1,5 m, může se jednat o zemní nebo betonové koryto. V místě křížení náhonu a místní komunikace je nutné vybudovat lávku, předpokládá se šířka 3 m, technické řešení není zatím upřesněno

Varianta 2 - potrubí

Při příznivém výsledku IGP bude navrženo betonové potrubí DN 300

MVE

Strojovna MVE bude osazena jednou turbínou PROTUR 600

Koryto toku v místě vyústění vody z PVE bude upraveno a bude zde vybudován stupeň pro stabilizaci úrovně hladiny pod výtokem z turbíny.

Na parkovišti na levém břehu toku bude vybudována trafostanice a technologie pro konečné využití vyrobené elektřiny, délka vedení bude 80 m.

Hydrologická a energetická analýza

- Průtokové charakteristiky toku (Qa, Q330d, Qmin, Qmax, Q50)
- Výpočet využitelného průtoku
- Roční a sezónní produkce elektrické energie
- Výkon a účinnost elektrárny

Dle předběžné hydrologické analýzy je průměrný roční průtok na daném profilu 0,37 m^3/s. Pro výpočet předpokládaného výkonu a ekonomické rentability je vhodné použít z důvodu bezpečnosti hodnotu 0,9 Qa. Před vlastní realizací je nutné pak zajistit podrobnější hydrologická data, jelikož hodnota Qa neříká nic o vyrovnanosti průtoků během sezóny, která určuje, kolik dní v roce bude MVE v provozu.

Tabulka 21 Výpočet hypotetického výkonu MVE

P (kW)	Q_{voda} (kg/m^3)	g (m/s^2)	Koef. pro Q_a	Q_a (m^3/s)	Spád (m)	koef. účinnost turbíny
7,84	1000	9,81	0,9	0,37	3	0,8

Následující tabulky obsahují data M-denních a N-letých průtoků a dlouhodobého průměrného průtoku pro vodní tok Líšnický potok (ČHP 1-08-05-0140-0-00) profilu „nad soutokem s Vltavou“ poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem:

Tabulka 22 Hodnoty M-denních průtoků VT Líšnický potok (ČHP 1-08-05-0140-0-00)

M-denní průtoky Q_{Md}*				m^3·s^{-1}				*Třída III*					
M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	0,43	0,28	0,21	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01	0,00

**M*-denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1991–2020.

Tabulka 23 Hodnoty N-letých průtoků VT Líšnický potok (ČHP 1-08-05-0140-0-00)

N-leté průtoky Q_N			m^3·s^{-1}		*Třída III*		
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	3,40	8,60	15,90	21,60	27,60	35,6	42,0

Tabulka 24 Dlouhodobý průměrný průtok Qa VT Líšnický potok (ČHP 1-08-05-0140-0-00)

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a	$m^3 \cdot s^{-1}$
0,173	

Výpočet využitelného průtoku

Využitelný průtok pro návrh MVE na vodním toku: Líšnický potok odpovídá 330dennímu průtoku odečteným od 90denního průtoku.

Tabulka 25 Využitelný průtok pro návrh MVE na VT Líšnický potok (ČHP 1-08-05-0140-0-00)

Využitelný průtok pro návrh MVE	$m^3 \cdot s^{-1}$
0,185	

Roční a sezónní produkce elektrické energie

Pro výpočet celkové výroby energie na MVE byly použity následující vztahy:

$$P = Q_V * H * \eta_c$$

P – výkon [W]

Q_V – průtokové množství [$m^3 \cdot s^{-1}$]

H – spád [m]

η_c – celková účinnost

$$E = P * t$$

E – vyrobená energie [Wh]

t – čas [h]

Tímto výpočtem bylo zjištěno, že navržená MVE na VT Líšnický potok vyrobí 22.5 MWh energie.

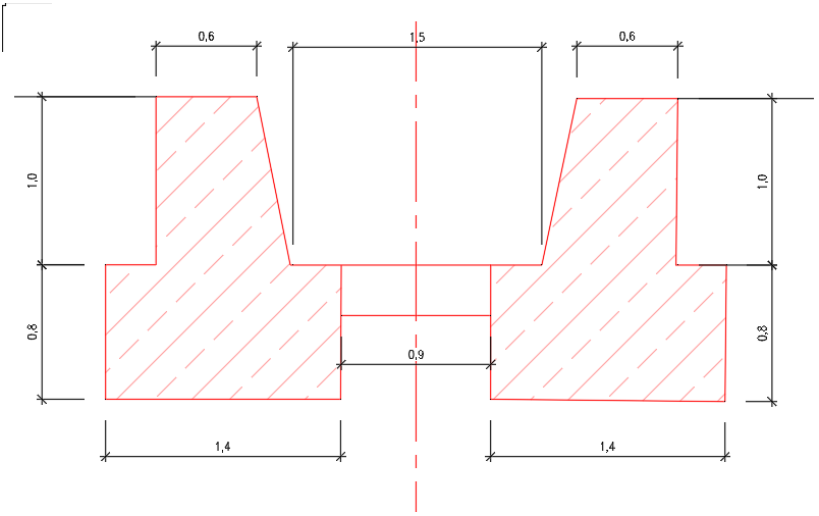
Výkon a účinnost elektrárny

V tomto případě byla použita turbína typu PROTUR 600, která má celkovou účinnost 55 %. Výsledný instalovaný výkon návrhu je roven 2.6 kW.

Technické řešení

Pro získání potřebného spádu je na Líšnickém potoce navržen vzdouvací objekt formou jezu o výšce 1,38m v říčním kilometru 0,235. Variantně lze vzdouvací objekt řešit jako kamennou přehrážku s korunovým přepadem bez průtočných oken. Kota koruny vzdouvacího objektu je navržena na kótě 287,00 m n.m.

Ve zdrži vzdouvacího objektu je navržen odběr na pravém břehu. Jedná se o gravitační nátok do náhonu na PVE formou otevřeného koryta (variantně možnost odběru do potrubí DN 300). Náhon je navržen jako otevřené koryto hloubky 1,0 m s břehy stabilizovanými opěrnými zdmi a dnem opevněným kamennou dlažbou do betonu. V případě pozitivních výsledků IGP a projednání s vlastníky pozemků lze uvažovat o otevřeném zemním korytu se sklony břehů 1:2 s osetými břehy se dnem opevněným kamennou rovnaninou z kamene o hmotnosti do 80 kg. Délka náhonu činí 150 m šířka ve dně činí 1,5 m. Přes náhon je navržena lávka v místě křížení s pěší stezkou v blízkosti navrhované strojovny PVE. Předpokládá se dřevěná lávka na betonových podpěrách o šířce 3,0 m



Obrázek 32 Vzorový řez náhonu ve zdech

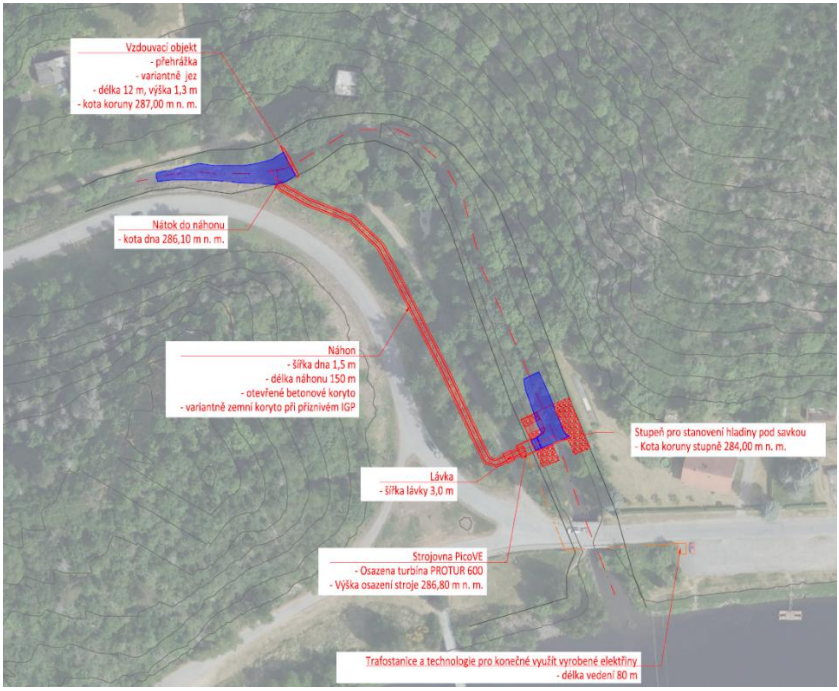
Strojovna PVE je umístěna na pravém břehu Líšnického potoka v říčním kilometru 0,060. Ve strojovně bude osazena bezlopatková turbína typu PROTUR 600 s kótou nátoku na turbínu 286,60 m n. m. Jedná se o bezlopatkovou vířivou turbínu osazenou do svislého potrubí DN 600 s předpokládanou délkou svislé části 2,5 m. Ve strojovně bude umístěna potřebná technologie. Strojovna bude řešena jako pozemní stavba z běžných stavebních materiálů s pohledovými prvky upravenými tak, aby maximálně zapadala do okolního prostředí.

Parametry turbíny:

- Průměr potrubí: DN 600
- Pracovní spád: 2,5 m
- Průtok turbínou: 0,185 m^3/s
- Výkon: 0,6 - 1,0 kW
- Denní výroba 14 – 24 kWh

Odpad od turbíny je veden zpět do Líšnického potoka v říčním kilometru 0,060. Stabilizace výtoku z turbíny je řešena formou opevnění výtoku a koryta líšnického potoka v místě napojení kamennou rovnaninou o hmotnosti kamene 80 – 200 kg.

Pro stabilizaci kóty hladiny pod výtokem z elektrárny je navržen betonový stabilizační stupeň o kotě koruny 284,00. Tento stupeň je v zásadě variantním řešením, jehož konečná nutnost vyplyne až z definitivního technického řešení osazení PVE.



Obrázek 33 Výřez situačního výkresu záměru

Projektová schematizace realizovaných opatření

TURBÍNA VYUŽITA PRO NÁVRH MVE

Pro návrh PVE je využita odvalovací bez lopatková turbína typu Protur 600. Jedná se o z vrchu natékanou turbínu, která pro svůj pohyb využívá vířivý pohyb tekutiny protékající otvorem ve dně nátokového potrubí, ve kterém je zavěšena půlkoule, která svou rotací pohání generátor.

Tabulka 26 Základní charakteristiky turbíny PROTUR

Rozsah spádu	m	Rozsah průtoku	$m^3 \cdot s^{-1}$	Výkon	kW
1,0 - 3		0,080 – 0,100		1,0	

Konstrukční prvky a variace

Hlavním konstrukčním prvkem je polokoule zavěšená ve výtokovém otvoru turbíny. Stroj je regulován množstvím vody přitékajícím do svislého potrubí, průtok přitékající nad kapacitu potrubí neškodně přetéká mimo turbínu.

Výkonnost a účinnost

Účinnost turbíny závisí na typu, režimu provozu a zatížení. Účinnost se určuje dle průtoku a spádu a turbína se navrhuje tak, aby pracovala v blízkosti svého optimálního bodu co nejčastěji. V tomto návrhu bylo počítáno s celkovou účinností turbíny 55 %.

Provoz, údržba a životnost

Provoz a údržba zahrnují pravidelné čištění vstupních částí, kontrolu ložisek, inspekci odpadu od turbíny a rozvodného zařízení. Při pravidelné údržbě je životnost srovnatelná s moderními turbínami při dále odolnost proti

korozi a abrazivnímu opotřebení prodlužují zvolené materiály a povrchové úpravy. Co se týče servisních nároků jsou u tohoto typu turbín minimální.

Ekonomická analýza

Tabulka 27 Shrnutí výkupních/referenčních sazeb pro rok 2025

Režim / Podmínky	Výše ceny (bez DPH)
RVC (nově uvedené do provozu)	3 701 Kč/MWh
RVC (modernizované po 1/2023)	2 101 Kč/MWh
Garantováno – nové lokality	3 230 Kč/MWh (3,23 Kč/kWh)
Standardní lokalita (provozní podpora)	2 320 Kč/MWh (2,32 Kč/kWh)

Hlavním cílem projektu bylo vyčíslení hydroenergetického potenciálu malých vodních elektráren navržených v určených úsecích vodního toku, v tomto případě pro tok Líšnický potok. Ekonomická analýza hodnotí předpokládané náklady, vztah mezi investičními náklady a instalovaným výkonem u navrhovaných MVE a odhad teoretické roční výroby elektrické energie.

Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují veškeré výdaje nezbytné pro realizaci MVE od nabytí pozemků přes projektovou přípravu až po výstavbu a uvedení do provozu. Nejvýznamnější složky nákladů tvoří stavební práce, strojní a technologická zařízení a elektroinstalace; součástí jsou také další vyvolané investice spojené s realizací projektu.

Tabulka 28 Předpokládané investiční náklady

Dílčí část	MJ	množství	Cena MJ	Cena bez DPH
Vzdouvací objekt jez	ks	1	4 000 000	4 000 000
Vzdouvací objekt přehrážka	ks	1	1 800 000	1 800 000
Náhon ve zdech	m	150	55 000	8 250 000
Náhon zemní	m	150	3 500	525 000
Budova strojovny	m^2	30	25 000	750 000
PROTUR 600	ks	1	500 000	500 000
Elektrické vedení	m	80	1 200	96 000
Trafostanice	ks	1	500 000	500 000
Řešení odpadu od PVE	m^2	225	2 800	630 000
Stabilizační stupeň	ks	1	350 000	350 000
Projektová příprava	soub.	1	750 000	750 000
celkem max.				**15 826 000**
celkem min.				**5 901 000**

Celkový finanční výnos

Tato hodnota se odvíjí od množství vyrobené elektrické energie malou vodní elektrárnou, která je následovně vynásobena vlastní výkupní cenou. Její výše se v průběhu provozu může lišit.

Pro potřeby tohoto výpočtu byla použita jednotková cena 3 Kč/1 kWh. Roční finanční výnos navržené MVE na VT Líšnický potok by celkem byl **67 000 Kč**.

POSOUZENÍ EFEKTIVNOSTI NÁVRHU

Rozhodujícím ekonomickým faktorem je doba návratnosti investice, která by neměla překročit 10 let. Doba návratnosti investice je dána podílem nákladů na investici a ročním příjmem z investice (po odečtení provozních nákladů a údržby). Roční příjem z vyrobené energie závisí na výkupních cenách, případně výši finančních dotací.

Ekonomická efektivnost závisí na řadě faktorů (investiční náklady – budova strojovny, technologie, přístupové komunikace, transfer vyrobené energie, vybudování příčné vzdouvací překážky v toku, přívod vody a náklady provozní atd.). Porovnání těchto hodnot s cenou ročně vyrobené energie udává návratnost investice v letech.

Doba návratnosti v podobě dané vztahem:

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

TN_P – doba návratnosti [rok]

IN – náklady na investici [Kč]

CF – roční peněžní tok (roční příjem z investice – úspora nákladů v důsledku investice) [Kč/rok]

Pro tento návrh by doba návratnosti činila něco mezi 88 a 238 lety.

Poměr investičních nákladů na instalovanou kW je běžně užívaný ukazatel efektivnosti investice. Lze uvažovat, že investorsky výhodná investice do MVE se pohybuje v rozmezí 90-120 tis. Kč/kW odpovídající kolem 12 let prosté návratnosti, přijatelnou investici lze uvažovat do 150 tis. Kč/kW. Ekonomicky neperspektivní lokality s prostou dobou návratnosti nad 20–25 let lze považovat lokality s poměrem nad 200 tis. Kč/kW. **Z výše uvedeného vyplývá, že se nejedná o perspektivní lokalitu a záměr**

Environmentální posouzení

Záměr nebude mít vliv na prvky soustavy Natura 2000, zvláště chráněná území nebo chráněné druhy.

Záměr se nachází na území NBRK Štěchovice - Hlubocká obora (NK60), tedy lesnatého území na svazích údolí Vltavy, svojí povahou a minimalistickým řešením nebude mít na ÚSES vliv.

Vodní tok Líšnický potok pravidelně vysychá, nedá se tedy předpokládat, že by v něm byla vytvořena stabilní rybí obsádka. Je možné, že do něj mohou omezeně migrovat ryby z nádrže Kamýk, v době místního šetření nebyly ryby zaznamenány, množství vody ani neumožňovalo jejich výskyt.

Technické řešení přepokládá vybudování odběrového objektu a vytvoření stupně o výšce přibližně 1,30 m, přes něj bude přepadat navržený minimální zůstatkový průtok. Vzhledem k tomu, že se v toky nevyskytují ryby, není nutné navrhovat opatření pro migraci ryb.

Zavzdutý úsek vytvoří tůň o délce přibližně 20 m, která může sloužit jako refugium v době nízkých průtoků nebo sucha.

Dynamika sedimentů bude ovlivněna a lze předpokládat, že nad vzdouvacím objektem se budou postupně hromadit a bude je nutné pravidelně odstraňovat. Níže po proudu (přibližně 90 m) se však již nachází údolní nádrž Kamýk, tedy otázka vlivu navrženého záměru na celkovou dynamiku toku je irelevantní.

Obecně je však třeba konstatovat, že vliv záměru na stav vodního toku rozhodně nebude pozitivní.

Závěr a doporučení

- **Silné stránky**: turbína umí pracovat i při malých průtocích bez nutnosti obsluhu
- **Slabé stránky**: rozkolísanost průtoků a nízká ziskovost v obdobích
- **Příležitosti:** přiblížit nové zdroje energie širší veřejnosti. Zároveň je třeba konstatovat že jako příležitost vidím umístění záměru v blízkosti cyklostezky, tudíž majitelé elektro kol mohou být budoucími potenciálními zákazníky.
- **Ohrožení:** z hlediska majetkoprávního a především ekonomického lze považovat záměr za nehospodárný

Na základě ekonomické rozvahy lze konstatovat, že tento záměr není návratný a zároveň bude nepochybně velmi komplikované získat stavební povolení z hlediska projednání stavby s dotčenými orgány.

7.5 Studie proveditelnosti realizace vodní elektrárny na Lomnickém potoce

Cíle studie

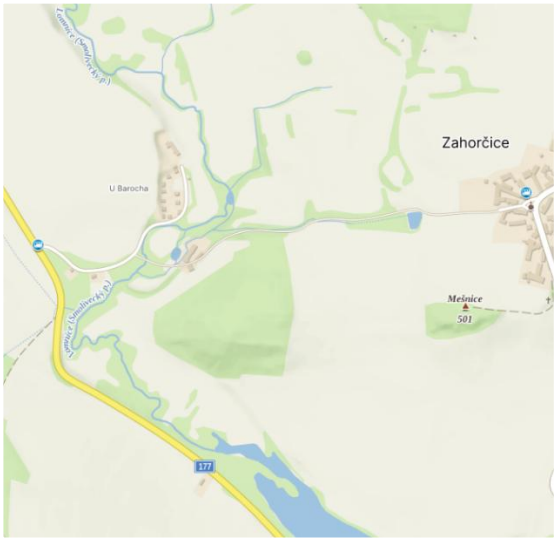
Cílem studie je ověření realizace mVE na Lomnickém potoce v obci Lnáře, místní části Zahorčice. Proveditelnost bude posouzena zejména z hlediska hydrologického, hydroenergetického, ekonomického a enviromentálního.

Popis stávajících podmínek

Lokalita a základní charakteristika

Lokalita 1, dále jako zájmové území, se nachází v Jihočeském kraji, v okrese Strakonice, v obci Lnáře, konkrétně v katastrálním území Zahorčice u Lnář (kód KÚ 686255). Zájmové území situované v jihozápadní části katastrálního území zahrnuje pozemky identifikované parcelními čísly 1195, 1196, 1197,1168, 1199 a evidované v rámci listu vlastnictví LV 857. Nadmořská výška tohoto prostoru činí přibližně 489–491 m n. m., a počet obyvatel zmíněného území dosahuje přibližně 80 osob (stav dle sčítání populace k roku 2021).

Obrázek 34 Lokalizace záměru



Obrázek 35 Lokalizace záměru

Historie lokality

Barochův (Hlaváčův, Drnochodův) mlýn je venkovský mlýnský objekt u Zahorčic, první zmínka pochází z roku 1418. Tento selský mlýn s jedním kolem napájeným z Lomnického potoka představuje příklad barokní architektury na venkově. Od poloviny 17. století až do poloviny 18. století byl v držení rodu Barochů. Na přelomu 19. a 20. století ho provozovali Boušové, kteří v roce 1930 zřídili i malou elektrárnu na vlastní potřebu. Mlýn byl uzavřen v roce 1951, po povodních roku 2002 jej rodina Otřísalova obnovila a dnes slouží jako trvale obývaná historická památka.

Obrázek 36 Zájmové území v roce 1837 - Císařské otisky

Hydrologické a klimatické podmínky

Hydrologicky je území významné svou polohou na břehu vodního toku Lomnice, který je klasifikován jako vodní tok III. řádu. Tok Lomnice má délku cca 59,3 km, přičemž délka povodí činí asi 830,7 km². Je levostranným přítokem řeky Otavy, přičemž lomnické prameniště se nachází v oblasti Brdských vrchovin poblíž vrcholu Tremšína, a ústí do Otavy v oblasti Orlické přehrady.

Klimaticky se oblast nachází v sušším a mírně teplém klimatickém regionu. V blízkosti se nachází tři srážkoměrné stanice ČHMÚ (Radošice,

Kocelovice a Rožmitál). Dle Quittovy klimatické klasifikace (1971) spadá území do MT11.

Tabulka 29 Klimatické charakteristiky

	MT11
Počet letních dní	40–50
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	140–160
Počet ledových dní	30–40
Prům. počet dní se srážkami 1 mm a více	90–100
Suma srážek ve vegetačním období	350–400
Suma srážek v zimním období	200–250
Suma srážek celkem	550–650
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50–60

Stávající vodní infrastruktura

V zájmovém území se z původních funkčních objektů mlýna dochovalo pouze vzdouvací zařízení a náhon (část před mlýnem je zasypána). Samotná budova mlýna zůstala nepoškozena. Pod mlýnem se nachází akumulační nádrž s navazujícím vzdouvacím zařízením, z něhož vodní tok pokračuje přes propustek zpět do toku Lomnice. Přibližně 1,5 km proti proudu Lomnice, již mimo zájmové území, se navíc nachází funkční jez.

Obrázek 37 Stávající vodní infrastruktura – vzdouvací objekt (orotofoto)

Obrázek 38 Stávající vodní infrastruktura – vzdouvací objekt (fotografie)

Obrázek 39 Stávající vodní infrastruktura – vzdouvací objekt (orotofoto)

Obrázek 40 Stávající vodní infrastruktura – vzdouvací objekt (fotografie)

Obrázek 41 Stávající vodní infrastruktura – vzdouvací objekt (orotofoto)

Obrázek 42 Stávající vodní infrastruktura – vzdouvací objekt (fotografie)

Přístupnost a napojení na infrastrukturu

Zájmové území je napojeno na dopravní infrastrukturu zpevněnou místní komunikací, která se napojuje na silnici II/177.

Územní plán

Záměr není uveden v územním plánu obce, ale vzhledem k jeho minimálnímu rozsahu a vzhledem k tomu, že se nachází v místě bývalého vodního díla, nebude zřejmě nutná změna územního plánu. Je nutná konzultace na příslušném MÚ. Záměr se převážně nachází na ploše využití – vodní a vodohospodářské (Vv). Okolní plochy využití jsou převážně plochy zemědělské – trvalý travní porost (Zt) a plochy smíšené nezastavěného území – přírodě blízké ekosystémy (N). Samotná stavba mlýnu spadá pod plochy nízkopodlažního bydlení, zastavěného území.

Inženýrské sítě

Nejbližší napojení na trafostanici se nachází západně od zájmového území. Zájmové území nezasahuje do žádného ochranného pásma inženýrských sítí.

Limity ochrany přírody

Plocha zájmového území zasahuje do regionálního biocentra RBC (0/39) a regionálního biokoridoru RBK (274/288) podle vymezení v územním plánu obce Lnáře.

Dále zájmové území může zasahovat do limitu vzdálenosti 50 metrů od okraje pásma lesa.

Zájmového území nachází v záplavovém území vodního toku III. řádu – Lomnice.

Hydrologická a energetická analýza

Roční výroba elektrické energie představuje základní veličinu pro návrh a ekonomické posouzení malé vodní elektrárny. Výroba během roku kolísá v

závislosti na hydrologických podmínkách. U derivačních zařízení lze hrubý spád považovat prakticky za konstantní, a proto je hlavním faktorem ovlivňujícím výrobu proměnlivost průtoku. U nízkospádových příjezových zařízení se změny průtoku promítají i do proměnného hrubého spádu (rozdílu hladin), což dále zesiluje výkyvy výroby. Teoretický výpočet roční výroby se provádí pro průměrný rok s možností zohlednění opakujících se hydrologických cyklů jako jarní tání nebo letní sucha.

Hlavní podklady pro výpočet průměrné roční výroby

- hydrologická data: m-denní a N-leté průtoky; v detailním výpočtu se používají průměrné denní průtoky z limnigrafických stanic
- morfologie: spád, geometrie odběrného objektu a tvar koryta pod výtokem z MVE
- hydraulické ztráty: ztráty způsobené stavebním řešením, zejména dimenze a délka přivaděče nebo náhonu, konstrukce vtoku a česlí
- technologické parametry MVE: limitní hodnoty průtokové kapacity turbíny, využitelný spád, účinnostní charakteristiky turbíny a generátoru, ztráty v převodech a elektro části a systém vyvedení výkonu

Průtokové charakteristiky toku

Následující tabulky obsahují data m-denních a N-letých průtoků a dlouhodobého průměrného průtoku pro vodní tok Lomnice (ČHP 1-08-04-0030-0-00) profilu „pod levobřežním přítokem IDVT 10258719 (U Barocha)“ poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem:

Tabulka 30 Hodnoty m-denních průtoků VT Lomnice (ČHP 1-08-04-0030-0-00)

M-denní průtoky Q_{Md}*	$m^3 \cdot s^{-1}$	Třída III

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	0,683	0,451	0,339	0,261	0,211	0,175	0,143	0,113	0,088	0,064	0,036	0,009	0,0

**m*-denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1991–2020.

Tabulka 31 Hodnoty N-letých průtoků VT Lomnice (ČHP 1-08-04-0030-0-00)

N-leté průtoky Q_N		$m^3 \cdot s^{-1}$			Třída III		
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	3,94	6,83	12,1	17,2	23,8	33,4	42,4

Tabulka 32 Dlouhodobý průměrný průtok Qa VT Lomnice (ČHP 1-08-04-0030-0-00)

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a	$m^3 \cdot s^{-1}$
0,298	

Návrh minimálního průtoku

Pro zajištění ekologických funkcí toku je v případě odběru vody z toku nutné zajistit dostatečný průtok v ovlivněném úseku. Tato potřeba je zakotvena ve Vodním zákoně (254/2001) v § 36, tento průtok se nazývá „Minimální zůstatkový průtok“ a stanovuje ho pro konkrétní vodní dílo vodoprávní úřad svým rozhodnutím:

§ 36 Minimální zůstatkový průtok

(1) Minimálním zůstatkovým průtokem je průtok povrchových vod, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku a zohledňuje možnosti rekreační plavby.

(2) Minimální zůstatkový průtok stanoví vodoprávní úřad v povolení k nakládání s vodami. Vodoprávní úřad přitom přihlédne k podmínkám vodního toku a možnostem rekreační plavby, charakteru nakládání s vodami a vychází z opatření k dosažení cílů ochrany vod přijatých v plánu povodí podle § 26. Dále stanoví místo a způsob měření minimálního zůstatkového průtoku a četnost předkládání výsledků těchto měření vodoprávnímu úřadu.

(3) Způsob a kritéria stanovení minimálního zůstatkového průtoku podle odstavce 2 stanoví vláda nařízením.

I když se v posledních zhruba deseti létech vedou v ČR s různou intenzitou diskuse o novém znění tohoto nařízení vlády a jsou diskutovány jiné verze výpočtu MZP, je stále v platnosti metodický pokyn z roku 1998, který doporučuje stanovit hodnoty MZP dle průměrné hodnoty průtoku daného toku Q_{355}.

Tabulka 33 Tabulka udávající vzorový výpočet MZP

Velikost průtoku Q355d	Minimální zůstatkový průtok
menší než 0,05 $m^3.s^{-1}$	Q_{330d}
0,05 - 0,5 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{330d} + Q_{355d}) . 0,5$
0,51 - 5,0 $m^3.s^{-1}$	Q_{355d}
větší než 5,0 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{355d} + Q_{364d}) . 0,5$

Je potřeba zdůraznit, že tento metodický pokyn je pouze vodítkem, jak MZP navrhnout, a orgán ochrany přírody může požadovat i vyšší MZP. To lze vzhledem k ekologickému významu lokality.

Z těchto důvodů byl jako MZP zvolen s rezervou průtok **Q_{330}= 0,036 m^3/s.**

Výpočet využitelného průtoku

K stanovení využitelného průtoku byly využity m-denní průtoky vodního toku napájecího vodní elektrárnu, z kterých byl integrací (plochy pod grafem) vypočten celkový roční objem přitékané vody.

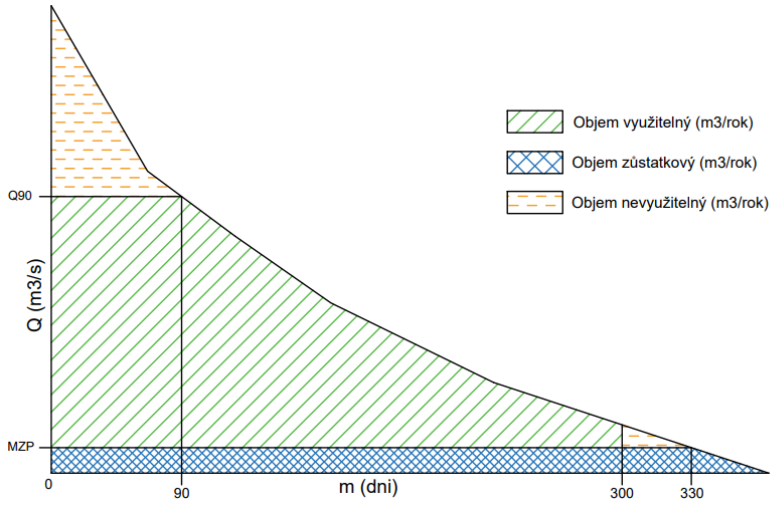
S ohledem na limity konkrétní navrhované mVE (minimální a maximální provozní hodnoty průtoku) a minimální zůstatkový průtok v toku byl celkový roční objem omezen odečtením nevyužitelných objemů pro výrobu energie.

Provozní limity (horní a dolní hodnota) jsou také stanoveny pomocí m-denních průtoků.

Horní limit Q_{90d} = 0,339 m^3/s Spodní limit Q_{300d} = 0,064 m^3/s

Tyto hodnoty stanovují interval, ve kterém je počítán objem využitelný k výrobě energie. Průtoky překračující hodnotu Q_{90d} protéká mimo mVE a stejně tak průtoky nižší než Q_{300d} nejsou využity.

Q_{300d} zde představuje hranici využitelného průtoku: pro všechny průtoky $Q < Q_{300d}$ už po odečtení minimálního zůstatkového průtoku (MZP), který musí zůstat v původním korytě, nezbývá dostatečný průtok pro provoz turbíny.



Obrázek 43 Stanovení využitelného průtoku

Využitelný průtok pro návrh mVE na vodním toku Lomnice, tedy celkový využitelný objem vody dělený počtem dnů v roce, je **0,153 m³/s**.

Roční a sezónní produkce elektrické energie

Pro výpočet celkové výroby energie na mVE byly použity následující vztahy:

$$P = Q_V * H * \eta_c$$

P – výkon [W]

Q_V – průtokové množství [$m^3 \cdot s^{-1}$]

H – spád [m]

η_c – celková účinnost

$$E = P * t$$

E – vyrobená energie [Wh]

t – čas [h]

Tímto výpočtem bylo zjištěno, že navržená mVE na VT Lomnice vyrobí 18,4 MWh energie.

Výkon a účinnost elektrárny

V případě vodního kola, které bylo u této lokality navrženo, je celková účinnost 70 %. Kapacita vodního kola, tj. maximální využitelný průtok Q_{max}, je stanovena jako rozdíl m-denních průtoků:

$$Q_{max} = Q_{90d} - Q_{330d}$$

Výsledný instalovaný výkon turbíny tak činí 4,16 kW.

Tabulka 34 Instalovaný výkon mVE

Maximální průtok ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Instalovaný výkon (kW)
0,303	4,16

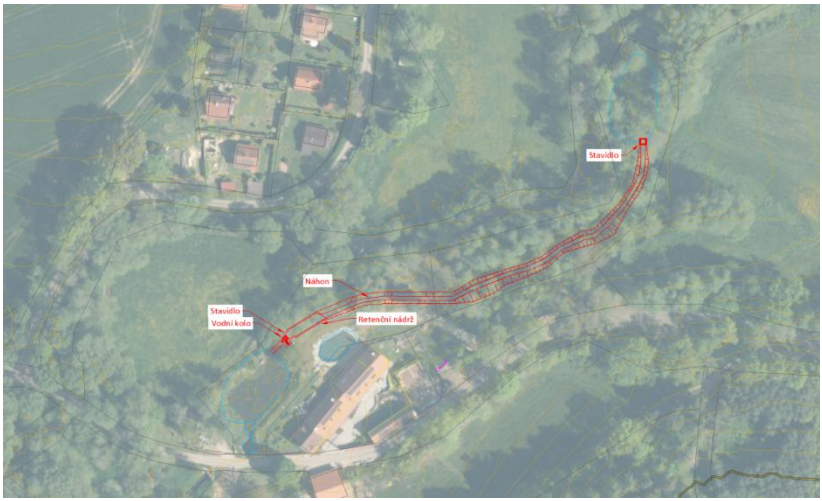
Technické řešení

Projektová schematizace realizovaných opatření

Navrhovaná mikro vodní elektrárna je koncipována jako systém, který odvádí část průtoku z hlavního koryta vodního toku Lomnice a využívá jej k výrobě elektrické energie prostřednictvím vodního kola.

Na začátku trasy je situován odběrný objekt v podobě stavidla, který odvádí vodu ze stávající vodní nádrže do náhonu. Stávajícím náhonem, u kterého bude třeba jen mírná rekonstrukce, voda proudí podél okraje nivy Lomnice, do malé retenční nádrže. Tato retenční nádrž slouží ke krátkodobé akumulaci a vyrovnávání průtoků před vstupem vody na vodní kolo.

Z retenční nádrže je voda pomocí stavidla přiváděna na vodní kolo, které tvoří hlavní energetický prvek MVE. Odpadní voda z turbíny (vodního kola) je následně odváděna do stávající vodní nádrže, odkud je dále vracena zpět do původního koryta vodního toku Lomnice.



Obrázek 44 Schematizace realizovaných opatřčení

VODNÍ KOLO

Pro návrh mVE bylo využito vodní kolo. To přeměňuje energii proudící nebo padající vody na energii mechanickou, případně elektrickou. Vyznačuje

se vysokou účinností i při malých spádech a kolísavých průtocích a udržuje dobrou provozní účinnost jak při nízkých, tak i vyšších (povodňových) průtocích, což z něj činí spolehlivý a stabilní zdroj energie pro velmi malé vodní elektrárny.

Důvody volby technologie

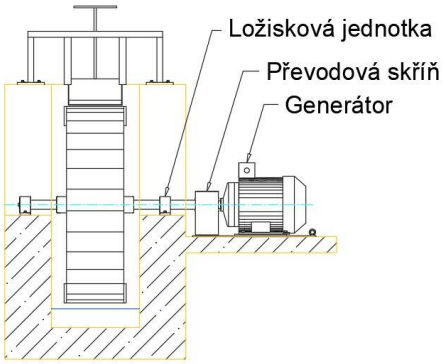
- **Respekt k lokalitě a způsob využití:** S ohledem na historickou hodnotu objektu a jeho rekreační využití je vodní kolo vizuálně i památkově vhodnější a pro majitele atraktivnější než moderní turbína; vyžaduje menší stavební zásahy a přináší nižší hlukovou zátěž, takže nepůsobí rušivě v rekreačním prostředí.
- **Účinnost**: Moderní provedení vodních kol dosahuje obvykle 60–80 %, což je pro nízké spády plně konkurenceschopné.
- **Rozsah provozu**: Spolehlivý chod při velmi malých průtocích i za povodňových stavů; při zatopení spodní části kola klesá účinnost, avšak provoz je zachován.
- **Ekologické hledisko**: Otevřená hydraulika s nižšími rychlostmi je šetrnější k ichtyofauně a méně rušivá pro okolí.

Konstrukční prvky a provozní parametry

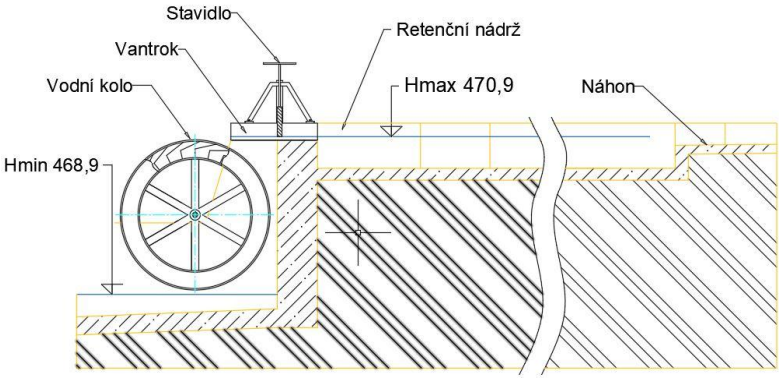
Vodní kolo bude instalováno v nově zvoleném místě situovaném dále od stávajícího objektu bývalého mlýna. Na konci náhonu bude zřízena malá retenční nádrž, která bude sloužit k vyrovnávání průtoků a stabilizaci hladiny před vstupem vody na kolo.

Z této retenční nádrže bude voda přes regulační stavidlo přiváděna do vantroku, jenž bude směrovat proud vody na lopatky kola. Kinetická a potenciální energie vody bude využita k roztáčení vodního kola, jehož mechanická energie bude prostřednictvím převodového mechanismu a generátoru přeměňována na energii elektrickou.

Po průchodu kolem je voda odváděna krátkým odtokovým kanálem do stávající vodní nádrže.



Obrázek 45 Příčný řez



Obrázek 46 Podélný řez

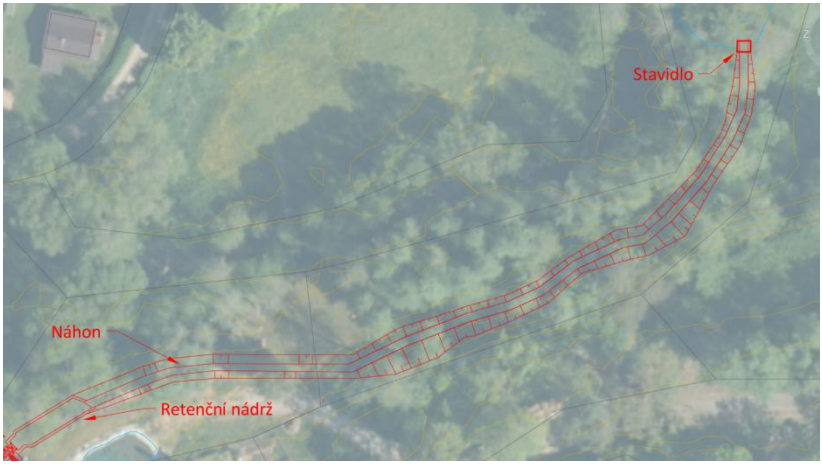
ODBĚRNÝ OBJEKT

Na stávající drobné vodní nádrži (vzdouvacím objektu), která je umístěna přímo na toku Lomnice, bude umístěno odběrné zařízení ve formě stavidla. Toto stavidlo bude zajišťovat regulovaný odběr vody z hlavního toku a její směrování do náhonu.

Konstrukce stavidla umožní plynulé řízení množství odváděné vody podle aktuálních hydrologických podmínek a provozních potřeb elektrárny, přičemž bude zachován požadovaný minimální průtok v korytě vodního toku.

NÁHON

Je využit stávající náhon, který je v terénu stále patrný. Jeho zprovoznění bude vyžadovat jen kácení náletů a mírné zkapacitnění. V posledních 50 m se však navrhovaný náhon od historického odklání a vede dále od objektu bývalého mlýna. Využívá přitom zemní val, který zde existuje možná po historické akumulační vodní nádrži. Ke konci je náhon rozšířen a vzniká tak drobná retenční nádrž.



Obrázek 47 Vedení náhonu

Ekonomická analýza

Celkové investiční náklady na mVE zahrnují majetkoprávní a projektovou přípravu, stavební část a montáž, elektroinstalaci s připojením na NN a uvedení do provozu. V této kalkulaci tvoří jádro rozpočtu vodní kolo včetně ŽB komory/opěr, hřídele, ložisek, vantroku a stavidla (1,10 mil. Kč), doplněné o stavidlo pro odběr, rozšíření náhonu v podobě nádrže, nový

náhon, rekonstrukci stávajícího náhonu, elektroinstalaci včetně připojení na NN vedení a projektovou přípravu. Součet činí **2,17 mil. Kč**.

Tabulka 35 Předpokládané investiční náklady

Dílčí část	MJ	Množství	Cena MJ [Kč]	Cena [Kč]
Stavidlo	ks	1	100 000	100 000
Retenční nádrž	m^2	50	1 400	70 000
Náhon zemní	m	45	3 500	157 500
Rekonstrukce náhonu	m	95	1 500	142 500
Vodní kolo celkem	ks	1	1 100 000	1 100 000
Elektroinstalace, připojení na NN	ks	1	200 000	200 000
Projektová příprava	soub.	1	400 000	400 000
Náklady celkem				**2 170 000**

Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují veškeré výdaje nezbytné pro realizaci mVE od nabytí pozemků přes projektovou přípravu až po výstavbu a uvedení do provozu. Nejvýznamnější složky nákladů tvoří stavební práce, strojní a technologická zařízení a elektroinstalace; součástí jsou také další vyvolané investice spojené s realizací projektu.

Celkový finanční výnos

Tato hodnota se odvíjí od množství vyrobené elektrické energie malou vodní elektrárnou, která je následovně vynásobena vlastní výkupní cenou. Její výše se v průběhu provozu může lišit.

Pro potřeby tohoto výpočtu byla použita jednotková cena 3 Kč/1 kWh. Roční finanční výnos navržené mVE na VT Lomnice by celkem byl **55 000 Kč**.

POSOUZENÍ EFEKTIVNOSTI NÁVRHU

Rozhodujícím ekonomickým faktorem je doba návratnosti investice, která by neměla překročit 10 let. Doba návratnosti investice je dána podílem nákladů na investici a ročním příjmem z investice (po odečtení provozních nákladů a údržby). Roční příjem z vyrobené energie závisí na výkupních cenách, případně výši finančních dotací.

Ekonomická efektivnost závisí na řadě faktorů (investiční náklady – budova strojovny, technologie, přístupové komunikace, transfer vyrobené energie, vybudování příčné vzdouvací překážky v toku, přívod vody a náklady provozní atd.). Porovnání těchto hodnot s cenou ročně vyrobené energie udává návratnost investice v letech.

Doba návratnosti v podobě dané vztahem:

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

TN_P – doba návratnosti [rok]

IN – náklady na investici [Kč]

CF – roční peněžní tok (roční příjem z investice – úspora nákladů v důsledku investice) [Kč/rok]

Pro tento návrh vodní elektrárny, kdy instalovaný výkon představuje 4,16 kW, by **doba návratnosti činila 39 let.**

Poměr investičních nákladů na instalovanou kW je běžně užívaný ukazatel efektivnosti investice. Lze uvažovat, že investorsky výhodná investice do mVE se pohybuje kolem 12 let prosté návratnosti, jako přijatelnou investici lze uvažovat investice s prostou dobou návratnosti do 20 – 25 let. Ostatní lokality jsou považovány za neperspektivní.

Z výše uvedeného vyplývá, že se nejedná o perspektivní lokalitu a záměr.

Dotační možnosti

Předchozí ekonomika ukázala prostou návratnost cca 39 let tedy mimo obvyklé hranice přijatelnosti (12–25 let). Tato kapitola proto stručně uvádí možnosti veřejné podpory (zejména investiční dotace pro velmi malé vodní elektrárny a případné aukce provozní podpory MPO), které mohou významně

zkrátit dobu návratnosti; bez využití dotací zůstává projekt v aktuální konfiguraci ekonomicky neperspektivní.

a) **Investiční dotace – OP TAK (MPO)**

Otevřená výzva „Obnovitelné zdroje energie – malé vodní elektrárny – výzva I“: podpora výstavby a modernizace MVE. Příjem žádostí je prodloužen do 30. 6. 2026; v říjnu 2025 byla alokace navýšena na 700 mil. Kč. Orientační míra podpory: 65 % (malý podnik), 55 % (střední), 45 % (velký). Detaily způsobilých výdajů jsou v přílohách výzvy.

b) **Provozní podpora – aukce MPO**

Pro malé vodní elektrárny probíhají aukce na provozní podporu elektřiny z OZE (soutěžní režim dle zákona o podporovaných zdrojích). Aukce MPO pro rok 2025 byly vyhlášeny s termínem podání 10. 6.–13. 8. 2025 a následně vyhodnoceny; pro další kolo zatím MPO neavizovalo nové termíny. Provozní podpora nenahrazuje investiční dotaci a nezaručuje krátkou návratnost, ale může zlepšit ekonomiku projektu.

c) **Modernizační fond (SFŽP)**

Aktuálně vypsané výzvy cílí zejména na fotovoltaiku. Specifická otevřená výzva pro malé vodní elektrárny v současnosti není. Je však vhodné průběžně sledovat seznam výzev, protože portfolio se průběžně obměňuje. Nicméně není pravděpodobné, že SFŽP by poskytoval dotace např. na nový vzdouvací objekt, spíše na zprůchodnění stávající migrační překážky na vodním toku.

Právní a povolovací aspekty

Záměr představuje z hlediska povolovacích procesů poměrně problematickou záležitost a bude vyžadovat:

a) Povolení záměru
b) Povolení k nakládání s povrchovými vodami
   i. povolení k odběru vody z toku (přes turbínu),
   ii. povolení k vzdouvání vody (jez),
   iii. povolení k vypouštění vody zpět do toku.

c) Získání licence na výrobu elektřiny od Energetického regulačního úřadu (ERÚ).

Povolení záměru bude vydávat stavební úřad MÚ Blatná, k povolební záměru bude nutné získat stanoviska:

a) Správce toku a správce povodí - Povodí Vltavy, státní podnik
   i) z hlediska zásahu do vodního toku
   ii) z hlediska vlivu na ekologický stav vod
   iii) z hlediska ovlivnění průtokových poměrů a průchodu velkých vod.

b) Jednotné environmentální stanovisko (dále jen „JES“) zavedené zákonem č. 148/2023 Sb., které bude vydávat vydává Krajský úřad Jihočeského kraje – Odbor životního prostředí, zemědělství a lesnictví, součástí budou výjimky z hlediska:
   i) zásahu do zvláště chráněného území (ZCHÚ),
   ii) vlivu na pozemky určené k plnění funkcí lesa (PUPFL),
   iii) vlivu na prvky soustavy Natura 2000,
   iv) zásahu do významného krajinného prvku (např. vodní tok),
   v) zásahu do biotopů chráněných druhů,
   vi) vlivů záměru na prvky ÚSES

c) Český rybářský svaz, z.s., – stanovisko uživatele rybářského revíru

d) MÚ Blatná
   i) souhlas se záměrem,
   ii) potvrzení souladu s ÚP Zahorčice u Volyně
   iii) stanovisko vlastníka dotčených pozemků.

e) Správce energetické soustavy (PREdistribuce, a.s.) – souhlas k připojení k distribuční soustavě.

Environmentální posouzení

Záměr zasahuje do regionálního biocentra RBC (0/39) a regionálního biokoridoru RBK (274/288). Ochrana prvků, které jsou ochranou na regionální úrovni, nebude přímo ovlivněna navrhovanou stavbou. Kromě těchto prvků ochrany přírody nebyly identifikovány žádné další oblasti a prvky ochrany, které by byly stavbou ovlivněny.

Plánovaný záměr zahrnuje výstavbu nového náhonu, který bude zajišťovat stálé minimální průtoky ve stávajícím vodním toku. Tímto způsobem se minimalizuje riziko narušení hydrologického režimu oblasti. Navržený náhon je veden směrem k retenční nádrži, která bude sloužit ke krátkodobé akumulaci vody a vyrovnávání průtoků před vstupem do vodní elektrárny. Navržená retenční nádrž může přinést pozitivní environmentální přínos tím, že poskytne nový prvek pro retenci vody a vytvoří potenciál pro vznik cenného biotopu a stanoviště, které může být využíváno v obdobích sucha.

Pravidelná údržba retenční nádrže, včetně odstraňování sedimentů, zamezí usazování splavenin a zajistí udržení správného ekologického stavu vodního režimu. Při správném provádění údržby a monitorování bude minimalizováno riziko negativních dopadů na kvalitu vody a stabilitu ekosystémů.

Celkově lze záměr hodnotit jako environmentálně přijatelný, za předpokladu, že budou dodrženy všechny navrhované údržbové a monitorovací kroky.

Závěr a doporučení

- **Technická proveditelnost:** Navržené řešení s vodním kolem je technicky realizovatelné v podmínkách lokality. Relativně zachovalý náhon, nicméně vodní kolo nutno přesunout dále od nemovitosti.
- **Hydrologie/energie:** Při „využitelném průtoku“ 0,153 $m^3 \cdot s^{-1}$ vychází roční výroba 18,4 MWh.
- **Ekonomika:** Odhad investice 2,17 mil. Kč, tržba při 3 Kč/kWh bude přibližně 55 tis. Kč/rok a prostá návratnost 39 let. Z ekonomického hlediska v aktuální konfiguraci neperspektivní; dotace by mohly návratnost významně zkrátit, bez nich zůstává projekt nerealizovatelný.
- **Dopady na prostředí**: Zásah do RBC 0/39 a RBK 274/288 a do záplavového území. Při zachování MZP, šetrné manipulaci, vhodném tvarování náhonu a pravidelné údržbě (česle, sedimenty) jsou vlivy zvládnutelné.

Z hydrotechnického a environmentálního hlediska realizovatelné, ekonomicky však nevyhovující bez podpory. O úspěchu rozhodne povolovací proces v Jihočeském kraji a doladění parametrů s možností získání dotace, jež by mohla projekt přiblížit k akceptovatelnému horizontu návratnosti.

7.6 Studie proveditelnosti realizace malé vodní elektrárny na Pohořském potoce v profilu Malonty – Vodárna

Cíle studie

Cílem studie je ověření realizace MVE na Pohořském potoce v profilu Malonty – Vodárna. Tok a profil byly vybrány jako typický příklad teoreticky vhodného profilu, který by mohl potenciální investory zajímat, z těchto důvodů:

- tok je relativně vodnatý,
- v daném profilu bylo historické vodní dílo, jehož zbytky jsou dosud v terénu patrné,
- díky derivačnímu schématu lze dosáhnout zajímavého spádu.

Proti realizaci záměru však hovoří zejména lokalizace záměru v chráněném území a ve vodním toku s vysokou ekologickou hodnotou. Také lze očekávat vysoké náklady na realizaci záměru, neboť z původního vodního díla se nedochovaly funkční objekty. Proveditelnost záměru bude tedy posouzena z hlediska hydrologického, hydroenergetického, ekonomického a enviromentálního.

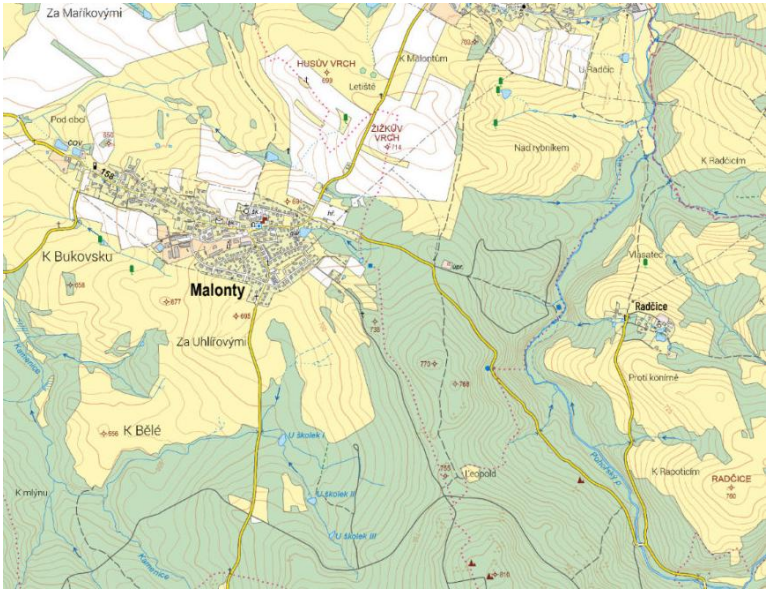
Při realizaci každého podobného záměru je nutné vyřešit i majetkoprávní otázky, které tvoří při přípravě jakéhokoliv záměru samostatnou část. Pro zjednodušení v rámci této pilotní studie předpokládáme, že majetkoprávní vztahy jsou vyřešeny a předkladatelem záměru je buď vlastník dotčených pozemků (v tomto případě obec Malonty) a nebo právnická osoba, která má pozemky buď v dlouhodobém pronájmu a nebo má uzavřenou smlouvu o odprodeji pozemků v případě realizace záměru.

Popis stávajících podmínek

Lokalita a charakteristika místa

Pohořský potok je jedním z páteřních toků, které odvodňují Novohradské hory. Pramení v oblasti náhorní plošiny okolo Pohoří na Šumavě odkud odtéká strmým a úzkým údolím směrem na sever. Zde těsně

před tím, než vyteče do širší nivy s výrazně nižším sklonem, se nachází profil pro posouzení stavby PVE. Vlastní koryto toku je bez opevnění ovšem historicky bylo upravováno pro plavbu dřeva, v místě záměru se nacházel mlýn a pila, v terénu se dochovaly pouze zbytky jezu a náhonu. V místě záměru se nachází odběr pro Vodárnu Malonty v majetku ČEVAK a.s. a proto je nutné lokalizaci budoucí MVE tomuto objektu přizpůsobit.



Obrázek 48 Vymezení zájmové lokality

Historie využití vodní energie v lokalitě

V lokalitě se nacházel mlýn s pilou s třemi oběžnými koly, který zanikl zřejmě po odsunu německého obyvatelstva po II. světové válce, přesné údaje nejsou známy. Na toku byl vybudován pevný jez o výšce přibližně 1,5 m, který naváděl vodu do zhruba 475 m dlouhého náhonu. Budova mlýnu zchátrala nebo byla zbourána a v současné době zde není patrná ani viditelná ruina.

Obrázek 49 Historický mlýn (Císařské otisky stabilního katastru 1824-1843)

Stávající vodní infrastruktura (jezy, hráze, regulace toku)

V místě záměru se z původního mlýnu nedochovaly žádné funkční objekty.

Jez po ukončení provozu mlýnu postupně poškozovaly povodně, v této chvíli již není na toku patrný, pouze nalezneme zbytky zdiva na břehu a v toku pod původním jezem.

Náhon a cesta podél něho jsou pořád patrny v terénu, ale náhon je v celé trase zazemněn, jsou v něm vzrostlé stromy nebo napadané mrtvé dřevo a bude vyžadovat kompletní rekonstrukci.

Obrázek 50 Poškozený a zazemněný historický náhon

Přístupnost a napojení na infrastrukturu

Lokalita je přístupná sítí lesních cest. Pro stavbu bude třeba zajistit dočasný most v místě lávky u odběrného objektu vodárny.

Územní plán

Záměr není uveden v územním plánu obce, ale vzhledem k jeho minimálnímu rozsahu a vzhledem k tomu, že se nachází v místě bývalého vodního díla, nebude zřejmě nutná změna územního plánu. Je nutná konzultace na příslušném MÚ.

Limity ochrany přírody

Záměr se nachází na území Přírodního parku Novohradské hory, na území regionální biokoridoru ÚSES Pohořský potok a Lokálního biocentra Pod Račicemi. Předpokládá se výskyt zvláště chráněných druhů. Z hlediska přípravy záměru je tedy nutné počítat s žádostí o výjimku.

Rybářský revír

Dotčený úsek toku je součástí rybářského revíru Černá 1 (423 009), jehož uživatelem je Český rybářský svazu, z.s., Jihočeský územní svaz. Celý Pohořský potok je veden jako chovný přítok, ale v rámci rybářského hospodaření není využíván k odchovu ryb a je ponechán přírodnímu vývoji jako chráněná rybí rezervace a pouze je zde pravidelně vysazován pstruh obecný ověřeného genetického původu ve stadiu očních bodů nebo čtvrtročka. JčÚS ČRS bude trvat na co nejmenším ovlivnění toku při výstavbě a provozu MVE.

Řešení migrační průchodnosti

V toku se vyskytuje rybí obsádka podhorského potoku včetně chráněných druhů (pstruh obecný, mihule potoční, vranka obecná) a proto je nutné počítat s řešením migrační průchodnosti přes budoucí odběrový objekt se zachováním dostatečného minimálního zůstatkového průtoku v toku v ovlivněném úseku.

Vodní zákon v *§ 55a* uvádí :

(2) Při povolování záměru vodních děl, jejich změn, změn jejich užívání a jejich odstranění musí být zohledněno umožnění překonání díla přenesením nebo splutím v místech užívání povrchových vod k rekreační plavbě a musí být zohledněna ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů. ***Vodní díla nesmějí vytvářet bariéry pohybu ryb a vodních živočichů v obou směrech vodního toku*** *a musí být umožněno jejich překonání v rámci vodní cesty.*

Pro navedení vody do náhonu bude nutné vybudovat příčný objekt (konkrétní typ a výška jsou součástí návrhu technického řešení), který nesmí tvořit migrační bariéru, a dále ovlivněný úsek toku bude dlouhý okolo 350 m a pokud by v něm nebyl dostatečný průtok, tvořil by sám o sobě migrační bariéru.

Vzhledem k přírodnímu charakteru lokality je vhodným technickým řešením přírodě blízký rybí přechod typu balvanitá rampa nebo bypass a doporučuje se převedení veškerého MZP přes rybí přechod.

Hydrologická a energetická analýza

Pro hydrologickou analýzu jsou využity tyto údaje:

- Hydrologické charakteristiky toku (Qa, Q330d, Qmin, Qmax, Q50)
- Návrh minimálního zůstatkového průtoku (MZP)
- Výpočet využitelného průtoku
- Roční a sezónní produkce elektrické energie
- Výkon a účinnost elektrárny

Hydrologické charakteristiky toku

Základní hydrologické charakteristiky byly poskytnuty ČHMÚ. Dle předběžné hydrologické analýzy je průměrný roční průtok na daném profilu 0,529 m^3/s. Pro výpočet předpokládaného výkonu a ekonomické rentability je vhodné použít z důvodu bezpečnosti hodnotu 0,9 Qa = 0,476 m^3/s. Před vlastní realizací je nutné pak zajistit podrobnější hydrologická data a denní průtocích a srážkách, jelikož hodnota Qa neříká nic o vyrovnanosti průtoků během sezóny, která určuje, kolik dní v roce bude PVE v provozu.

Tabulka 36 Hydrologická data poskytnutá ČHMÚ – výtah údajů a převedení údajů na m^3/s

M-denní průtoky Q_{Md}*				$m^3 \cdot s^{-1}$					*Třída III*				
M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q	1,20	0,78	0,61	0,49	0,40	0,34	0,29	0,25	0,22	0,19	0,15	0,1	0,07

Návrh minimálního zůstatkového průtoku v toku

Pro zajištění ekologických funkcí toku je v případě odběru vody z toku nutné zajistit dostatečný průtok v ovlivněném úseku. Tato potřeba je zakotvena ve Vodním zákoně (254/2001) v § 36, tento průtok se nazývá „Minimální zůstatkový průtok“ a stanovuje ho pro konkrétní vodní dílo vodoprávní úřad svým rozhodnutím:

§ 36 Minimální zůstatkový průtok

(1) Minimálním zůstatkovým průtokem je průtok povrchových vod, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku a zohledňuje možnosti rekreační plavby.

(2) Minimální zůstatkový průtok stanoví vodoprávní úřad v povolení k nakládání s vodami. Vodoprávní úřad přitom přihlédne k podmínkám vodního toku a možnostem rekreační plavby, charakteru nakládání s vodami a vychází z opatření k dosažení cílů ochrany vod přijatých v plánu povodí podle § 26. Dále stanoví místo a způsob měření minimálního zůstatkového průtoku a četnost předkládání výsledků těchto měření vodoprávnímu úřadu.

(3) Způsob a kritéria stanovení minimálního zůstatkového průtoku podle odstavce 2 stanoví vláda nařízením.

I když se v posledních zhruba deseti létech vedou v ČR s různou intenzitou diskuse o novém znění tohoto nařízení vlády a jsou diskutovány jiné verze výpočtu MZP, je stále v platnosti metodický pokyn z roku 1998, který doporučuje stanovit hodnoty MZP dle průměrné hodnoty průtoku daného toku Q_{355}.

Tabulka 36 Tabulka udávající vzorový výpočet MZP dle Q_a daného toku

Velikost průtoku Q355d	Minimální zůstatkový průtok
menší než 0,05 $m^3.s^{-1}$	Q_{330d}
0,05 - 0,5 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{330d} + Q_{355d}) . 0,5$
0,51 - 5,0 $m^3.s^{-1}$	Q_{355d}
větší než 5,0 $m^3.s^{-1}$	$(Q_{355d} + Q_{364d}) . 0,5$

Pro daný profil je hodnota Q_{355} na úrovni 0,1 m^3/s, tedy pro výpočet použijeme vzorec $QMZP = (Q_{330d} + Q_{355d}). 0,5$, tedy (0,151+ 0,098) * 0,5 = **0,125 m^3/s**.

Je potřeba zdůraznit, že tento metodický pokyn je pouze vodítkem, jak MZP navrhnout, a orgán ochrany přírody může požadovat i vyšší MZP. To lze vzhledem k ekologickému významu lokality, na které se záměr nachází,

předpokládat. Proto byla pro další výpočty hodnota MZP uvažována ve třech variantách na **0,15 m^3/s, 0,20 m^3/s a 0,25 m^3/s**

Lze předpokládat, že orgánem ochrany přírody bude stanovena i maximální hltnost turbín MVE s tím, že v přirozeném toku je nutné zachovat přirozenou oscilaci průtoků. Pro návrh tohoto průtoku je možné vycházet z Qa.

Výpočet využitelného průtoku

Návrhový využitelný průtok (Qv) pro návrh MVE byl navržen následujícím způsobem v třech krocích.

1) Pro hrubý odhad využitelného průtoku na vodním toku vyplývá z analýzy celkových průtoků v toku. Výpočtové schéma pracuje s teoretickým průměrným využitelným průtokem TQv, který vyplývá z hydrologických charakteristik daného profilu a lze jej spočítat podle rovnice

$$TQv = 0,9 \times Qa = 0,476 \text{ m}^3/\text{s}$$

2) Celkový průtok MVE byl tedy navržen na 0,4 m^3/s z hlediska bezpečnosti výpočtu, a z hlediska optimalizace využití průtoku budou uvažovány dvě turbíny s návrhovým průtokem 0,15 a 0,25 m^3/s. Předpokládáme, že pokud by došlo k realizaci, byla by zpracována podrobnější analýza s cílem lépe hltnost turbín a tedy i výkon vyladit.
3) Pro jednotlivá období roku dle průtoků Qm (Q30 – Q364) byl odhadnut skutečný průtok v toku a tomu odpovídající zapojení obou nebo jedné turbíny. (viz tabulka v příloze). Tato analýza byla zhotovena pro tři návrhové hodnoty MZP na úrovni 0,15, 0,20 a 0,25 m^3/s.

Roční a sezónní produkce elektrické energie

Pro výpočet celkové výroby energie na MVE byly použity následující vztahy:

$$P = Q_V * H * \eta_c$$

P – výkon [W]

Q_V – průtokové množství [$m^3 \cdot s^{-1}$]

H – spád [m]

η_c – celková účinnost

V tomto případě byla použita turbína typu MAVEL MT3, která má celkovou účinnost 65 %. Výsledný instalovaný výkon návrhu je roven 5,07 kW.

Pro výpočet

$$E = P * t$$

E – vyrobená energie [Wh]

t – čas [h]

Tabulka 38 Výpočet celkového ročního hypotetického výkonu MVE pro jednotlivé varianty MZP

Varianta	MZP	Celkem MWh za rok
1	0,15	25,48
2	0,20	22,04
3	0,25	18,59

Technické řešení záměru

Předmětem záměru je vybudování nové PVE v místě původního mlýna:

1) Vybudování (rekonstrukce) odběrného objektu
2) Rekonstrukce náhonu
3) Vybudování MVE
4) Odpadní potrubí od MVE

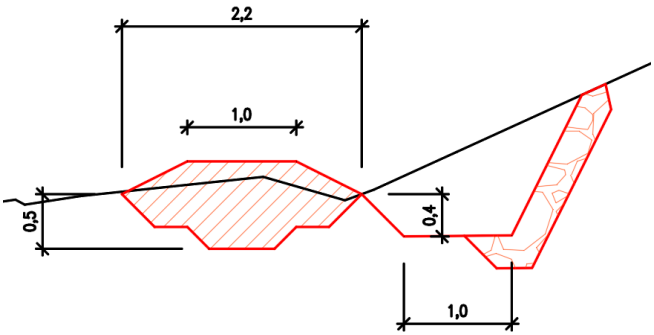
Odběrný objekt

Pro získání potřebného spádu je na Pohořském potoce navržen vzdouvací objekt formou rekonstrukce jezu o výšce cca 1,5m v říčním kilometru 6,092. Kota koruny vzdouvacího objektu je navržena na kótě 287,00 m n.m. Vzhledem k tomu, že se jedná o významný vodní tok a lze zde předpokládat výskyt rozmanitých druhů ryb vázaných na rychle tekoucí vody, je nutné řešit migrační prostupnost tohoto jezu.

Náhon

Ve zdrži vzdouvacího objektu je navržen odběr na pravém břehu. Jedná se o gravitační nátok do náhonu na PVE formou otevřeného koryta (variantně možnost odběru do potrubí DN 600). Náhon je veden v historické trase náhonu na mlýn, který je v terénu stále patrný a je veden v evidenci vodní toků pod číslem IDVT: 10274890. Náhon je navržen jako otevřené koryto hloubky 0,4 m a šířkou ve dně 1,0m. Materiál získaný při čištění stávající trasy náhonu bude, pokud možno, využit do levobřežní podélné hrázky, která má za úkol vyrovnávat terénní nerovnosti a stabilizovat náhon v příčném směru. Sklon pravého břehu, který kopíruje výrazný terénní zlom činí 1: 0,5 a variantně může být opevněn kamennou rovnaninou, levý břeh má sklon 1:1 a líce levobřežní hrázky mají sklon 1:2. Šířka koruny hrázky činí 1,0 m. Délka náhonu činí 380 m, minimální sklon koryta náhonu je 0,5% maximální sklon činí 3,0%.

Přibližně 10 m pod nátokem do náhonu navržen nátok do rybího přechodu. Výstup z rybího přechodu je navržen v levém břehu náhonu. Variantně může být v náhonu umístěna 1. přepážka přechodu pro vymezení průtoku náhonem a pro dosažení funkčnosti rybího přechodu.



Obrázek 51 Vzorový řez náhonu

MVE

Strojovna MVE je umístěna na konci dohledatelné části otevřeného náhonu. Zde bude vybudována strojovna vodní elektrárny o půdorysných rozměrech 6 x 5 m, do které bude umístěna dvojice turbín typu TM3 výrobce MAVEL. Dvě turbíny jsou zde navrženy pro lepší využití různých průtoků v rámci roku. Nastavení turbín je následující:

- Turbína č. 1 je nastavena na průtok 0,15 m^3/s
- Turbína č.2 je nastavena na průtok 0,25 m^3/s

Spád na turbínách je navržen na 3,0 m s tím, že odtok od turbín je veden potrubím DN800. Stabilizace hladiny dolní vody pro správnou funkci savky je řešena v rámci objektu strojovny. Ve strojovně bude umístěna také potřebná technologie. Strojovna bude řešena jako pozemní stavba z běžných stavebních materiálů s pohledovými prvky upravenými tak, aby maximálně zapadala do okolního prostředí.

Parametry turbíny:

- Typ turbíny : 2 x Mavel TM3
- Pracovní spád: 3,0 m

- Průtok turbínou:
  - Turbína č.1: 0,15 m^3/s
  - Turbína č.2: 0,25 m^3/s
- Výkon: 5 -20 kW

Odpad od turbín je veden zpět do Pohořského potoka v říčním kilometru 5,587. Odpad je řešen jako trubní vedení o průměru potrubí DN800 o délce 75 m. Zaústění je vyvedeno nad odběrným objektem úpravny vody pro obec Malonty tak, aby nedošlo k ovlivnění odběru. Paralelně v odpadním potrubím je navržena trasa elektrického vedení pro distribuci elektřiny do sítě. Předpokládá se napojení na síť v objektu čerpací stanice na úpravnu vody Malonty. Délka vedení činí cca 200 m a je třeba počítat s překonáním toku Pohořského potoka, to je uvažováno po konstrukci stávající lávky.

Turbína využita pro návrh MVE

Pro návrh MVE je využita turbína typu Mavel TM3. TM turbína využívá pro získání vodní energie sifonové technologie s využitím oběžného kola Kaplanova typu, se čtyřmi manuálně nastavitelnými lopatkami. Oběžné kolo je připojeno k asynchronnímu generátoru napřímo nebo přes řemenový převod. To umožňuje optimalizovat otáčky turbíny i generátoru v závislosti na podmínkách dané lokality

Tabulka 39 Základní charakteristiky turbíny MT3

Rozsah spádu	m	Rozsah průtoku	$m^3 \cdot s^{-1}$	Výkon	kW
1,5 - 6		0,15 – 0,4		5 - 20	

Konstrukční prvky a variace

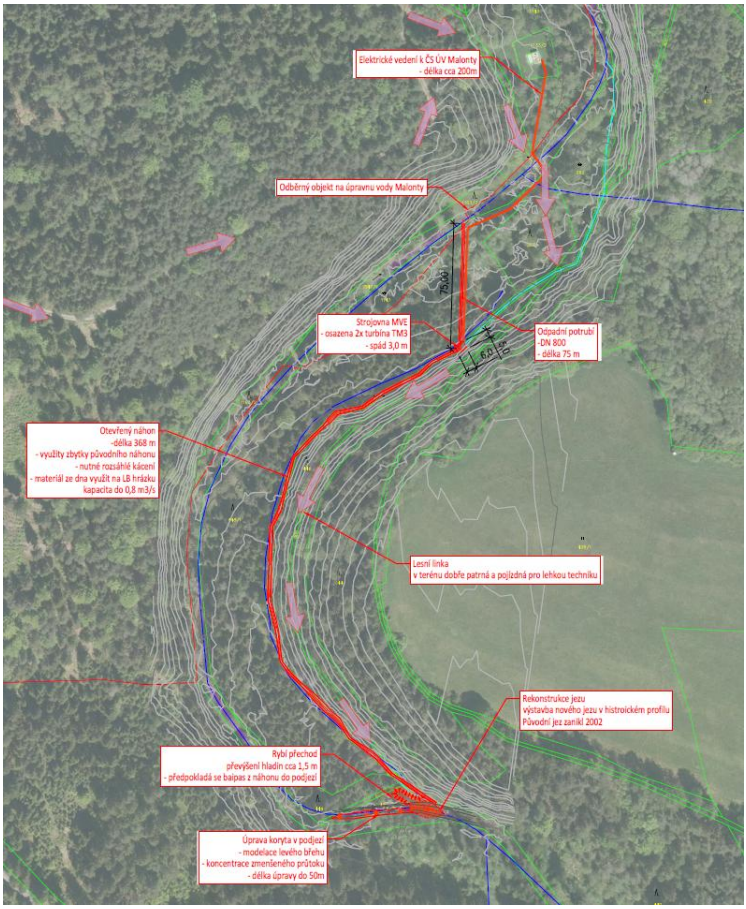
Hlavním konstrukčním prvkem oběžné kolo Kaplanova typu s manuálně nastavitelnými lopatkami. Kolo má průměr 300 mm.

Výkonnost a účinnost

Účinnost turbíny závisí na typu, režimu provozu a zatížení. Účinnost se určuje dle průtoku a spádu a turbína se navrhuje tak, aby pracovala v blízkosti svého optimálního bodu co nejčastěji. V tomto návrhu bylo počítáno s celkovou účinností turbíny 65 %.

Provoz, údržba a životnost

Provoz a údržba zahrnují pravidelné čištění vstupních částí, kontrolu ložisek, inspekci odpadu od turbíny a rozvodného zařízení. Při pravidelné údržbě je životnost srovnatelná s moderními turbínami při dále odolnost proti korozi a abrazivnímu opotřebení prodlužují zvolené materiály a povrchové úpravy. Co se týče servisních nároků jsou u tohoto typu turbín minimální.



Obrázek 52 Výřez situačního výkresu záměru

Ekonomická analýza

Tabulka 40 Shrnutí výkupních/referenčních sazeb pro rok 2025

Režim / Podmínky	Výše ceny (bez DPH)
RVC (nově uvedené do provozu)	3 701 Kč/MWh
RVC (modernizované po 1/2023)	2 101 Kč/MWh
Garantováno – nové lokality	3 230 Kč/MWh (3,23 Kč/kWh)
Standardní lokalita (provozní podpora)	2 320 Kč/MWh (2,32 Kč/kWh)

Hlavním cílem projektu bylo vyčíslení hydroenergetického potenciálu malých vodních elektráren navržených v určených úsecích vodního toku, v tomto případě pro Pohořský potok. Ekonomická analýza hodnotí předpokládané náklady, vztah mezi investičními náklady a instalovaným výkonem u navrhovaných MVE a odhad teoretické roční výroby elektrické energie.

Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují veškeré výdaje nezbytné pro realizaci MVE přes projektovou přípravu až po výstavbu a uvedení do provozu. Nejvýznamnější složky nákladů tvoří stavební práce, strojní a technologická zařízení a elektroinstalace; součástí jsou také další vyvolané investice spojené s realizací projektu.

Tabulka 37 Výpočet nákladů

Dílčí část	MJ	množství	Cena MJ	Cena
Vzdouvací objekt jez	ks	1	3 500 000	3 500 000
Náhon zemní s hrázkou	m	368	4 200	1 545 600
Budova strojovny	m^2	30	25 000	750 000
MAVEL MT3	ks	2	500 000	1 000 000
Elektrické vedení	m	200	1 200	240 000
Řešení odpadu od MVE	m	75	12 000	900 000
Rybí přechod	m^2	108	32 200	3 477 600
Projektová příprava	soub.	1	750 000	750 000
celkem min.				**12 163 200**

Celkový finanční výnos

Tato hodnota se odvíjí od množství vyrobené elektrické energie malou vodní elektrárnou, která je následovně vynásobena vlastní výkupní cenou. Její výše se v průběhu provozu může lišit. Pro potřeby tohoto výpočtu byla použita jednotková cena 3 Kč/1 kWh.

Tabulka 42 Výnosnost pro jednotlivé varianty

Varianta	MZP (m^3/s)	Spád (m)	produkce (MWh)	Finanční výnos Kč/rok
1	0,15	3	25,48	76 441
2	0,20	3	22,04	66 112
3	0,25	3	18,59	55 782

Posouzení efektivnosti návrhu

Rozhodujícím ekonomickým faktorem je doba návratnosti investice, která by neměla překročit 10 let. Doba návratnosti investice je dána podílem nákladů na investici a ročním příjmem z investice (po odečtení provozních nákladů a údržby). Roční příjem z vyrobené energie závisí na výkupních cenách, případně výši finančních dotací.

Ekonomická efektivnost závisí na řadě faktorů (investiční náklady – budova strojovny, technologie, přístupové komunikace, transfer vyrobené energie, vybudování příčné vzdouvací překážky v toku, přívod vody a náklady provozní atd.). Porovnání těchto hodnot s cenou ročně vyrobené energie udává návratnost investice v letech.

Doba návratnosti v podobě dané vztahem:

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

TN_P – doba návratnosti [rok]

IN – náklady na investici [Kč]

CF – roční peněžní tok (roční příjem z investice – úspora nákladů v důsledku investice) [Kč/rok]

Pro tento návrh by doba návratnosti činila něco mezi 159 až 218 lety.

Poměr investičních nákladů na instalovanou kW je běžně užívaný ukazatel efektivnosti investice. Lze uvažovat, že investorsky výhodná investice do MVE se pohybuje v rozmezí 90-120 tis. Kč/kW odpovídající kolem 12 let prosté návratnosti, přijatelnou investici lze uvažovat do 150 tis. Kč/kW. Ekonomicky neperspektivní lokality s prostou dobou návratnosti nad 20–25 let lze považovat lokality s poměrem nad 200 tis. Kč/kW. **Z výše uvedeného vyplývá, že se nejedná o perspektivní lokalitu a záměr. Je to dáno především omezením z hlediska potřeby zajistit uspokojivý stav toku pod odběrným objektem a zachovat migrační prostupnost toku.**

Tabulka 38 Návratnost jednotlivých variant při odhadovaných investičních nákladech 12,1 mil Kč

Varianta	MZP (m^3/s)	Spád (m)	Produkce (MWh)	Finanční výnos Kč/rok	Návratnost (let)
1	0,15	3	25,48	76 441	159
2	0,20	3	22,04	66 112	184
3	0,25	3	18,59	55 782	218

Právní a povolovací aspekty

Záměr představuje z hlediska povolovacích procesů poměrně problematickou záležitost a bude vyžadovat:

a) Povolení záměru
b) Povolení k nakládání s povrchovými vodami
   i. povolení k odběru vody z toku (přes turbínu),
   ii. povolení k vzdouvání vody (jez),
   iii. povolení k vypouštění vody zpět do toku.
c) Získání licence na výrobu elektřiny od Energetického regulačního úřadu (ERÚ).

Povolení záměru bude vydávat stavební úřad MÚ Kaplice, k povolební záměru bude nutné získat stanoviska:

a) Správce toku a správce povodí - Povodí Vltavy, státní podnik
   i) z hlediska zásahu do vodního toku
   ii) z hlediska vlivu na ekologický stav vod
   iii) z hlediska ovlivnění průtokových poměrů a průchodu velkých vod.

b) Jednotné environmentální stanovisko (dále jen „JES“) zavedené zákonem č. 148/2023 Sb., které bude vydávat Krajský úřad Jihočeského kraje, součástí budou výjimky z hlediska:
   i) zásahu do zvláště chráněného území (ZCHÚ),
   ii) vlivu na pozemky určené k plnění funkcí lesa (PUPFL),

iii) vlivu na prvky soustavy Natura 2000,
iv) zásahu do významného krajinného prvku (např. vodní tok),
v) zásahu do biotopů chráněných druhů,
vi) vlivů záměru na prvky ÚSES

c) Český rybářský svaz, z.s., Jihočeský územní svaz – stanovisko uživatele rybářského revíru

d) Obecní úřad Malonty
i) souhlas se záměrem,
ii) soulad s územním plánem obce,
iii) stanovisko vlastníka dotčených pozemků.

e) Správce energetické soustavy (E.ON) – souhlas k připojení k distribuční soustavě.

Závěr a doporučení

Na základě ekonomické rozvahy lze konstatovat, že tento záměr není ekonomicky zajímavý a zároveň bude nepochybně velmi komplikované získat stavební povolení z hlediska projednání stavby s dotčenými orgány, zejména orgány ochrany přírody.

Lze předpokládat, že pokud by byl záměr soutěžen, výsledná cena by byla snížena na 80%, při zhotovení významných částí svépomocí až na 60%, i tak by se návratnost projektu pohybovala okolo 100 let.

Z provedené studie jednoznačně vyplývá, že realizace MVE na podobných vodních tocích a profilech, pokud je nutné zcela obnovit historické vodní dílo včetně příčné stavby a náhonu, je nerealistická.

8. Výhody a omezení

Ověřená technologie pro využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků přináší řadu technických, ekologických a ekonomických výhod, ale současně má i určitá omezení, která je nutné zohlednit při jejím návrhu a realizaci.

Výhody

- **Ekologická šetrnost**

  Technologie využívá stávající vodní díla (náhony, rybníky) a minimalizuje zásahy do koryta toku. Otevřená hydraulika s nižšími rychlostmi je šetrná k ichtyofauně a nenarušuje migrační trasy ryb.

- **Nízké investiční náklady**

  Ve srovnání s klasickými turbínovými řešeními jsou náklady na instalaci vodních kol nebo kompaktních turbín nižší, zejména při využití stávající infrastruktury.

- **Vhodné pro decentralizovanou energetiku**

  Technologie umožňuje výrobu elektrické energie pro vlastní spotřebu obcí, podniků nebo rekreačních objektů, čímž podporuje energetickou soběstačnost.

- **Flexibilita provozu**

  Vodní kola a crossflow turbíny pracují spolehlivě i při kolísavých průtocích a nízkých spádech, což zajišťuje stabilní výrobu energie.

- **Možnost dotační podpory**

  Projekty lze financovat z programů OP TAK, Modernizačního fondu nebo krajských dotačních titulů, což výrazně zkracuje dobu návratnosti.

Omezení

- **Závislost na hydrologických podmínkách**

  Technologie je vhodná pouze pro lokality s dostatečným spádem a stabilním průtokem. V období sucha může být provoz omezen.

- **Nižší výkon oproti velkým MVE**

Instalovaný výkon se pohybuje v jednotkách kW (typicky 2–15 kW), což limituje ekonomickou efektivitu bez dotační podpory.

- **Komplikovaný povolovací proces**

  Realizace vyžaduje souhlas správce toku, vodoprávní povolení, jednotné environmentální stanovisko (JES) a často i stanoviska orgánů ochrany přírody.

- **Technická omezení**

  U vodních kol může při zatopení spodní části dojít ke snížení účinnosti. U sifonových turbín je nutná přesná instalace a pravidelná údržba.

- **Ekonomická návratnost**

  Bez dotační podpory se návratnost pohybuje mezi 12–25 lety, v některých lokalitách i více, což může být pro investory limitující.

9. Ekonomické a inovativní přínosy

Ověřená technologie přináší významné přínosy jak z hlediska ekonomiky, tak z pohledu inovací v oblasti obnovitelných zdrojů energie.

Ekonomické přínosy

- **Nízké provozní náklady**

  Technologie využívá jednoduché konstrukční prvky (vodní kola, kompaktní turbíny) s minimálními nároky na údržbu, což snižuje dlouhodobé provozní náklady.

- **Možnost využití dotačních titulů**

  Projekty lze financovat z programů OP TAK, Modernizačního fondu nebo krajských fondů, což výrazně zkracuje dobu návratnosti investice.

- **Decentralizovaná výroba energie**

  Umožňuje obcím, podnikům a domácnostem snížit závislost na centrální síti a stabilizovat náklady na energie.

- **Návratnost investice**

  V perspektivních lokalitách se návratnost pohybuje mezi 12–25 lety, při využití dotací může být snížena až na polovinu.

Inovativní přínosy

- **Adaptace na klimatické změny**

  Technologie je navržena pro nízké spády a kolísavé průtoky, což umožňuje efektivní využití i v podmínkách měnícího se vodního režimu.

- **Revitalizace historických vodních děl**

  Spojuje moderní energetické využití s ochranou kulturního dědictví (např. instalace vodních kol na místech bývalých mlýnů).

- **Ekologická kompatibilita**

  Otevřená hydraulika s nižšími rychlostmi je šetrná k vodním organismům a nenarušuje migrační trasy ryb.

- **Modulární a flexibilní řešení**

  Technologie umožňuje variabilní konfigurace (vodní kola, crossflow, sifonové turbíny) podle místních podmínek, což zvyšuje její univerzálnost.

Celkově ověřená technologie představuje ekonomicky dostupné, technicky proveditelné a environmentálně šetrné řešení, které podporuje rozvoj obnovitelných zdrojů energie na lokální úrovni.

10. Souhrn a závěr

Ověřená technologie pro využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků byla vyvinuta s cílem nabídnout technicky proveditelné, ekologicky šetrné a ekonomicky dostupné řešení pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Testování na vybraných lokalitách (Botič, Kocába, Kostřatský potok, Líšnický potok) potvrdilo, že technologie je vhodná pro místa s nízkým spádem a kolísavými průtoky, kde tradiční velké turbíny nejsou efektivní.

Výsledky ukázaly, že:

- **Technická proveditelnost** je zajištěna díky využití stávajících vodních děl a jednoduchých konstrukčních prvků (vodní kola, kompaktní turbíny).
- **Energetická efektivita** dosahuje účinnosti 60–80 % při spádech 1–5 m a průtocích v intervalu Q300d–Q90d, s roční výrobou energie 20–70 MWh podle lokality.
- **Ekonomická návratnost** se pohybuje v rozmezí 12–25 let, při využití dotačních titulů může být snížena až na polovinu.
- **Ekologické aspekty** jsou respektovány díky zachování minimálního zůstatkového průtoku (MZP), šetrné hydraulice a minimálním zásahům do koryta.

Technologie přináší inovativní přístup spojující obnovitelné zdroje energie s revitalizací historických vodních děl a podporuje rozvoj decentralizované energetiky. Je vhodná zejména pro obce, mikroregiony a menší podniky, které hledají udržitelné řešení pro výrobu elektrické energie.

Závěrem lze konstatovat, že ověřená technologie je perspektivní pro lokality s vhodnými hydrologickými podmínkami a při využití dotační podpory představuje ekonomicky i environmentálně přijatelné řešení. Její implementace přispívá k naplňování cílů energetické soběstačnosti, snižování emisí a adaptace na klimatické změny.

Literatura

- **Vodní zákon č. 254/2001 Sb.** o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
- **Metodický pokyn pro stanovení minimálního zůstatkového průtoku** (Ministerstvo životního prostředí, 1998).
- **Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)** – Hydrologická data pro profily Botič, Kocába, Kostřatský potok, Líšnický potok (referenční období 1991–2020).
- **Technologická agentura ČR** – Projekt TK04030223 „Stanovení hydroenergetického potenciálu Pico-Hydropower v současných i predikovaných klimatických podmínkách ČR“.
- **OSSBERGER® Crossflow Turbine** – Technické parametry a provozní charakteristiky (výrobní dokumentace).
- **MAVEL MT3** – Technická specifikace sifonové turbíny (výrobní dokumentace).
- **PROTUR 600** – Technická specifikace bezlopatkové turbíny (výrobní dokumentace).
- **Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OP TAK)** – Výzva „Obnovitelné zdroje energie – malé vodní elektrárny“.
- **Modernizační fond (SFŽP)** – Podmínky dotační podpory pro obnovitelné zdroje energie.

Seznam publikací, které předcházely zpracování ověřené technologie

Štich, M., Marval, Š., Roub, R., Hejduk, T., Tomek, M., Bureš, L. (2023): **Hydroenergetický potenciál drobných vodních toků na území ČR – lokalizace historických vodních děl a stanovení jejich spádu**. Sborník z konference Vodní toky 2023, www.konference.vrv.cz, s. 145–150

Bureš L., Roub R., Poláková L., Hejduk T., Marval Š., Štich M. (2024): **Porovnání kvality schematizace údolnice extrahované z dat DMR 4G, DMR 5G a jeho derivátů**, Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2024, roč. 67, č. 2, ISSN 0322-8916.

Marval, Š., Roub, R., Bureš, L., Hejduk, T., Poláková, L. a Štich, M. (2025): **Od kapky k energii: Hodnocení hydroenergetického potenciálu vodních toků pomocí výsledků projektu „Pico-Hydropower“.** Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, roč. 67, č. 6, str. . ISSN 0322-8916.

Dedikace

Ověřená technologie vznikla za finanční za podpory Technologické agentury ČR, projektu číslo TK04030223 „Stanovení hydroenergetického potenciálu „Pico-Hydropower“ v současných i predikovaných klimatických podmínkách ČR“.

Jména oponentů

Odborník ze státní správy:

Ing. Michal Veverka, Ph.D.
projektový manažer
Odbor ochrany přírody,
telefon: +420 267 994 670
Michal.Veverka@sfzp.cz
Státní fond životního prostředí
Olbrachtova 2006/9, 140 00 Praha
https://www.sfzp.cz

Odborník z daného oboru:

Ing. Ivan DALÍK
PIK Vítek s.r.o.
Projekční a inženýrská kancelář - jednatel
Kořenského 1025/7, 150 00 Praha - Smíchov
Tel.: +420 251 101 011
E-mail: ivan.dalik@pikvitek.cz
https://www.pikvitek.cz/

Kontakty na osoby předkladatele ověřené technologie

Ing. Radek ROUB, Ph.D.
Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 129
Praha-Suchdol, 165 00
Tel.: + 420 737 483 840
E-mail: roub@fzp.czu.cz
www.czu.cz

Prohlášení předkladatele ověřené technologie

Předkladatel prohlašuje, že zpracovaná ověřená technologie nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví. Ze strany zpracovatele (v zastoupení České zemědělské univerzity v Praze) byla uzavřena smlouva o využití výsledku (typu Z – ověřená technologie) s konkrétním uživatelem z komerční sféry v podobě subjektu…

Citace

ROUB, R., ŠTICH, M., BUREŠ, L., MARVAL, Š., HEJDUK, T., TOMEK, M., POLÁKOVÁ, L., BURKET, J.: (2025): **Demonstrační ověření využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků.** Ověřená technologie. 149 s. ISBN 978-80-213-3537-0 (tištěná verze), 978-80-213-3538-7 (online pdf).

Summary

The verified technology focuses on the **utilisation of the hydropower potential of small watercourses in the Czech Republic** through the deployment of **micro and pico hydropower plants (mHP, pHP)**. It is specifically designed for sites with **low heads and highly variable flows**, where conventional turbine solutions are technically or economically unsuitable.

The primary objective was to **verify the technical, environmental, and economic feasibility** of such installations under real operating conditions and to **develop a unified methodology for design, sizing, and operation** that complies with water management legislation, nature protection requirements, and heritage conservation constraints.

The technology is based on **modernised water wheels and compact turbines (crossflow and siphon turbines)** with efficiencies of **60–80%**, installed capacities of **2–15 kW**, and typical annual electricity generation of **approximately 20–70 MWh**. Emphasis is placed on **minimal construction interventions**, compliance with **minimum residual flow (MRF) requirements**, and the use of **existing water infrastructure** such as former mills, channels, and ponds.

Demonstration testing was carried out at several representative sites (e.g. **Botič Stream, Kocába River, Kostřatský Stream, Líšnický Stream**), confirming:

- **technical feasibility and operational reliability** of the technology,
- **environmental acceptability**, provided legislative and ecological conditions are respected,
- a **strong site-specific dependency of economic viability**.

From an economic perspective, the results show that:

- **economically viable projects are primarily those with low investment costs and access to subsidies**, where payback periods can reach **approximately 10–15 years** (e.g. the Botič site),
- **without investment support**, most projects exhibit **unacceptably long payback periods exceeding 30–40 years**,

- key success factors include **local hydrological conditions, the permitting process, and the possibility of on-site electricity consumption**.

The technology provides significant **innovative and societal benefits**:

- it supports **decentralised energy production and local energy self-sufficiency**,
- it contributes to **climate change adaptation and sustainable water management**,
- it enables the **revitalisation of historic water structures** with minimal impact on the landscape.

Overall Conclusion

The verified technology is **technically functional, environmentally sound, and practically applicable**. However, its **economic viability is highly dependent on site-specific conditions and the availability of financial support**. The greatest potential lies in **small municipalities, historic sites, and projects supported by public funding**, where it can serve as a stable and long-term renewable energy source.

Česká zemědělská univerzita v Praze

VÚMOP

VRV

T A
Č R
Technologická agentura České republiky

Název	**Demonstrační ověření využití hydroenergetického potenciálu drobných vodních toků**
Autoři	Ing. Radek Roub, Ph.D., Ing. Martin Štich, Ing. Luděk Bureš, Ph.D., Ing. Štěpán Marval, Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D., Ing. Martin Tomek, Ing. Lucie Poláková, Ing. Jakub Burket
Vydavatel	Česká zemědělská univerzita v Praze
Adresa vydavatele	Česká zemědělská univerzita v Praze Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol
Pořadí a rok vydání	První vydání, 2025
Počet stran	149
Náklad	50
Tisk	Rhodos spol. s r.o., Vyšehradská 51, 128 00 Praha 2
Tištěná verze On-line verze	ISBN 978-80-213-3537-0 ISBN 978-80-213-3538-7