

B.11. Elektrická přípojka, podmínky pro připojení, výpočty

1.1. MOŽNÁ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ

Na základě technických parametrů VD Boskovice a hydrologických poměrů v místě předpokládané realizace nové malé vodní elektrárny bylo Ing. Florianem navrženo několik variantních řešení.

- 1) Francisova turbína 160 kW + čerpadlová turbína 11 kW ve strojovně spodních výpustí.
- 2) Peltonova turbína 140 kW v samostatné stavbě vedle spodních výpustí + čerpadlová turbína 11 kW, ve strojovně spodních výpustí.
- 3) 3 čerpadlové turbíny ve strojovně spodních výpustí o výkonech 90 + 45 + 11 kW.
- 4) Francisova turbína 110 kW, ve strojovně spodních výpustí + Peltonova turbína 45 kW, v samostatné stavbě vedle spodních výpustí.
- 5) Dvojce Francisových turbín 110 + 37 kW ve strojovně spodních výpustí.

5A) Dvojce Francisových turbín 160 + 37 kW ve strojovně spodních výpustí.

Varianta	TG1 [kW]	TG2 [kW]	TG3 [kW]	$\Sigma P_{\text{inst.}}$ [kW]
1	160	11		171
2	140	11		151
3	90	45	11	146
4	110	45		155
5	110	37		147
5A	160	37		197

1.2. ELEKTRICKÁ PŘÍPOJKA, PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ, VÝPOČTY

Je-li nutno pro stanovení požadovaného parametru uskutečnit výpočet pro každý generátor samostatně a generátor o nejvyšším výkonu 160 kW bude tento parametr splňovat, bude od výpočtů pro generátory s nižším výkonem upuštěno.

Ověření parametrů nové elektrické přípojky vyprojektované firmou AQUATIS, v rámci projektu A1514531 „Zvýšení bezpečnosti VD za povodní“, objekt SO 09 Zabezpečení vodního díla.

- Stanovení maximálního proudového zatížení přípojky, které nevyvolá úbytky napětí větší jak 6% U_n :

Konstrukce přípojky:

2 paralelní kabely RMS2 – RH1	AYKY-J 3 x 240 + 120	450m	0,125Ω/km
Kabel mezi RH1 a RE1 (HRE)	AYKY-J 3 x 240 + 120	75m	0,125Ω/km
Kabel mezi RE1 (HRE) a TS	AYKY-J 3 x 240 + 120	25m	0,125Ω/km

$$Z = l * \rho$$

$$Z = \left(\frac{0,450}{2} \cdot +0,075 + 0,025 \right) \cdot 0,125 = \underline{\underline{0,040625\Omega}}$$

$$I_{\max} = \frac{u_{\max} [\%] \cdot U_n [V]}{Z [\Omega]} = \frac{0,06 \cdot 231}{0,040625} = \underline{\underline{341A}}$$

Přípustné pro el. přípojku, při dodržení maximálních dovolených úbytků, je zatěžování jednotlivých fází maximálním proudem **$I_{\max} = 341A$** .

Elektrická přípojka s ohledem na dovolený úbytek napětí pro vyvedení instalovaného výkonu vyhovuje.

- Stanovení maximálního zatížení přípojky instalovanou technologií při dodržení $\cos \varphi$ v intervalu (0,95 až 1)

$$I_{\max(197kW)} = \frac{P}{3 \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{197000}{3 \cdot 231 \cdot 0,95} = \underline{\underline{299A}}$$

Maximální dovolené proudové zatížení kabelu AYKY-J 3 x 240 + 120 je na vzduchu **338A**.

Projektované jištění v RMS2, RH1 a RE1 je pouze 250A, není selektivní a pro vyvedení výkonu 197 kW je nedostatečné.

- Podmínky připojení dle PPDS, příloha č.4., bod č.1
(Číslování kapitol dle PPDS)

Zvýšení napětí

Zvýšení napětí vyvolané provozem připojených výroben nesmí v nejnepříznivějším případě (přípojném bodu) překročit 3% pro výroby s přípojným místem v síti NN ve srovnání s napětím bez jejich připojení.

Pokud je v síti jen jedno přípojně místo, je možné tuto podmínku posoudit jednoduše pomocí zkratového poměru výkonů k_{k1nn} (poměr výkonů musí být větší nebo roven 33).

k_{k1nn} = zkratový výkon v přípojném bodu / součet všech maximálních zdánlivých výkonů všech plánovaných (připojených) výroben.

Zkratový výkon v přípojném bodě je reprezentován parametry trafostanice:

Dle dostupné dokumentace se jedná o transformátor 22/0,4 kV, 160kVA. Originální štítek je nečitelný. Předpokládané napětí na krátko $e_K[\%] = 6$

Zkratový výkon transformátoru bude:

$$S_K = \frac{S_n}{e_K} \cdot 100 = \frac{160kVA}{6} \cdot 100 = \underline{\underline{2,67MVA}}$$

$$k_{k1nn} = \frac{S_K}{\sum S_{n_E}} = \frac{2,67MVA}{197kW / 0,95} = 13$$

$k_{k1nn} = 13 \ll 33$ **NEVYHOVUJE**

Při použití transformátoru 22/0,4 kV, 250kVA. Předpokládané napětí na krátko $e_K[\%] = 4,1$

$$S_K = \frac{S_n}{e_K} \cdot 100 = \frac{250kVA}{4,1} \cdot 100 = \underline{\underline{6,09MVA}}$$

$$k_{k1nn} = \frac{S_K}{\sum S_{n_E}} = \frac{6,09MVA}{197kW / 0,95} = 29,36$$

$k_{k1nn} = 29,36 < 33$ **NEVYHOVUJE** *Těsně nevyhovuje, nutno projednat s provozovatelem DS, případně zvolit transformátor s vyšším výkonem.*

Pro vyvedení výkonu nové MVE je zapotřebí zbudovat novou trafostanici o minimálním výkonu 250kVA.

Změny napětí při spínání

Změny napětí v přípojném bodu, způsobené připojováním a odpojováním jednotlivých generátorů nebo zařízení, nevyvolávají nepřijatelné zpětné vlivy, pokud největší změna napětí pro výroby s přípojným místem v síti NN nepřekročí 3% a přitom spínání není častější než jednou za 1,5 minuty.

Ověření výše uvedené podmínky a stanovení nejvyššího možného násobku proudového rázu při připojování k síti.

Změna napětí = násobek proudového rázu x zdánlivý výkon generátoru / zkratový výkon v místě připojení

$$u_{MAXnn} = Ki_{max} \cdot \frac{Sn_E}{S_K}$$

$$Ki_{max} = u_{MAXnn} \cdot \frac{S_K}{Sn_E} = 0,03 \cdot \frac{6,09 MVA}{160 kV / 0,95} = \underline{\underline{1,08}}$$

Dle PPDS je pro asynchronní generátory připojované v rozmezí 95 – 105% synchronních otáček uvažován $Ki_{max} = 4$.

Z výše uvedeného je zřejmé, že podmínka pro připojování asynchronního generátoru není splněna.

Připojování asynchronního generátoru

Lze použít i asynchronního generátoru za dodržení stejných podmínek jako u generátoru synchronního, tj. $Ki_{max} = 1$.

VYHOVUJE PŘI DODRŽENÍ PODMÍNEK JAKO U SYNCHRONNÍHO GENERÁTORU

Flikr

Maximální přípustná hodnota flikru musí být menší nebo rovna 0,46.

Činitel flikru c je pro MVE menší jak 20 (bod 15.1 odst. 11 PPDS). S ohledem na průběh zatěžování generátoru je volen činitel flikru 15.

dlouhodobá míra flikru = činitel flikru x jmenovitý výkon zařízení / zkratový výkon v síti
 $= 15 \times 168 \text{ kVA} / 6,09 \text{ MVA} = 0,41$ **VYHOVUJE**

Proudy harmonických

Pro minimalizaci proudu vyšších harmonických na nejnižší možnou ekonomicky přijatelnou úroveň byl zvolen asynchronní generátor s 2/3 krokem statorového vinutí. Pro zabránění vzniku 3 harmonické doporučujeme projektantovi realizovat zapojení generátoru s izolovaným uzlem.

Z technického hlediska jsou tímto vyčerpány všechny ekonomické možnosti na straně MVE směřující k minimalizaci výskytu vyšších harmonických. **VYHOVUJE**

Ovlivnění zařízení HDO (hromadné dálkové ovládání)

Připojení generátoru MVE do DS (distribuční síť) může způsobit nepřípustné změny hladiny signálu HDO v přípojném bodu. Tomuto vlivu je obecně zapotřebí zamezit odpovídajícími technickými opatřeními, která musí být odsouhlasena mezi provozovatelem výroby a PDS.

Přesto, že bude realizována nová el. přípojka (propoj mezi přípojným bodem a vlastním generátorem), může vlivem impedance vedení docházet mezi distribučním

transformátorem a generátorem k sériové rezonanci. Kmitočet sériové rezonance může negativně ovlivnit funkci HDO, proto je nutné provést, po uvedení MVE do provozu, příslušná měření a případně navrhnout opatření.

Výpočet rezonančního kmitočtu přesahuje rámec této studie.

VYHOVÍ ZA PODMÍNEK STANOVENÝCH PPDS

1.3. ROZSAH REKONSTRUKCE ELEKTROČÁSTI

Rekonstrukce elektročásti a řízení MVE zahrnuje :

- Demontáž a likvidaci stávajícího rozváděče MVE,
- dodávku nového silového rozváděče MVE o dvou samostatných polích,
- dodávku nového rozváděče systému komunikace a řízení (SKŘ) MVE,
- úprava a doplnění výbavy rozváděčů RMS2, RH1 a RE1 (HRE),
- vybudování nové trafostanice o výkonu minimálně 250 kVA,
- výměnu kabelů mezi elektroměrovým rozváděčem RE1, trafostanicí a RH1,
- výměnu měřících transformátorů proudu v RE1 a jištění.

Nová konstrukce elektrického zařízení bude bránit působení zpětných vlivů na síť a bude vyhovovat ČSN EN 50160. Protože se jedná o výrobu s instalovaným výkonem větším jak 100 kW, může provozovatel distribuční sítě požadovat instalaci rozváděče +AXY01, zajišťující dálkové řízení z dispečinku E.ON.

Řídicí systém MVE bude pracovat zcela autonomně na žádaný průtok nebo žádané otevření turbín. Průtok turbínami bude dopočítáván na základě informace o výšce hladiny v jezeře a svorkového výkonu generátoru.

Účinnost soustrojí bude dopočtena jako poměr skutečného výkonu soustrojí a vypočteného ideálního výkonu z hladiny v jezeře a průtoku měřeného limnigrafem.

Pro monitorovací systém VD a vodohospodářský dispečink budou řídicím systémem MVE poskytovány tyto signály:

- výkony jednotlivých soustrojí,
- informace o poruchovém odstavení,
- procentuální otevření regulačních orgánů,
- vypočítané průtoky turbínami.

Monitorovací systém vodního díla bude řídicímu systému MVE poskytovat údaje o hladině v jezeře a o průtoku vody pod vodním dílem.