

# MVE a ich prínos v regionálnej energetike

Prof. Ing. Peter Dušička, PhD.

Katedra hydrotechniky

Stavebná fakulta STU Bratislava



## **Členenie prednášky:**

### Všeobecná časť

1. Čo je to vodná elektráreň?
2. Význam a funkcie vodných elektrární pre elektrizačnú sústavu
3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie
4. Delenie vodných elektrární

### MVE

5. Malé vodné elektrárne
  - 5.1 Typy MVE
  - 5.2 Základné schémy MVE
  - 5.3 Základná legislatíva pre MVE
  - 5.4 Ďalšie možnosti využívania HEP MVE v SR
6. Ukážka obecnej MVE v Nepaloch

# 1. Čo je to vodná elektráreň?

## Vodná elektráreň =

výrobňa elektrickej energie  
premieňajúca vodnú energiu  
vodného zdroja na energiu elektrickú  
(STN 75 0128 Názvoslovie využitia vodnej energie)

- súčasť viacúčelovej VS
- jednúčelová VS  
(len energetické využitie – väčšinou platí  
pre MVE)

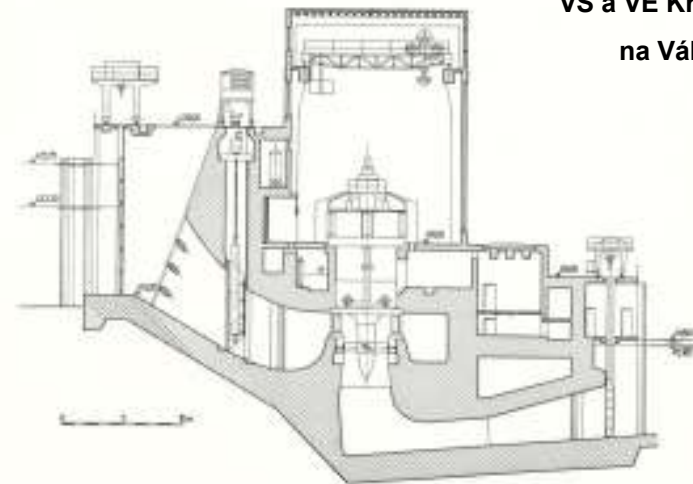
HYDROLOGICKO-  
HYDRAULICKÝ  
REŽIM TOKU

VE

POTREBY  
ES



VS a VE Krpeľany  
na Váhu





# 1. Čo je to vodná elektrárňa?

Výkon vodnej elektrárne:

$$P = 9,81 * Q * H * \eta \quad [\text{kW}]$$

Výroba elektrickej energie vo vodnej elektrárni:

$$E = P * t \quad [\text{kWh}]$$

kde: Q – prietok cez turbíny [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]

H – spád [m]

$\eta$  – celková účinnosť premeny energie (závisí najmä od použitej technológie → turbína, generátor, prevod)  
(VE > 0,80 MVE > 0,70)

t – čas [h]



## 2. Význam a funkcie VE pre ES

**Význam** vodných elektrární vyplýva z ich **funkcií**, ktoré poskytujú pre elektrizačnú sústavu.

### Energetické funkcie VE:

**1. statické** - **výkonová služba** (výroba bazovej EE – **sem patria aj MVE**)  
- **transfer energie** (možný len u PVE)

**2. dynamické** (len regulačné VE - je potrebný  $V_z$ )  
- **preberanie strmých špičiek**

#### - **výkonová záloha**

- z kľudu: VE Gabčíkovo - cca 150 s
- PVE Č. Váh - T/Č cca 120/170 s
- VE Madunice - 30 s (v minulosti náhradný zdroj vlastnej spotreby JE A1)

- točivá rezerva

#### - **regulácia frekvencie a odovzdávaného výkonu** - stroje v chode

- primárna do 30 s (napr. VEG 8 x 4,5 MW = 36 MW)
- sekundárna do 2 min.

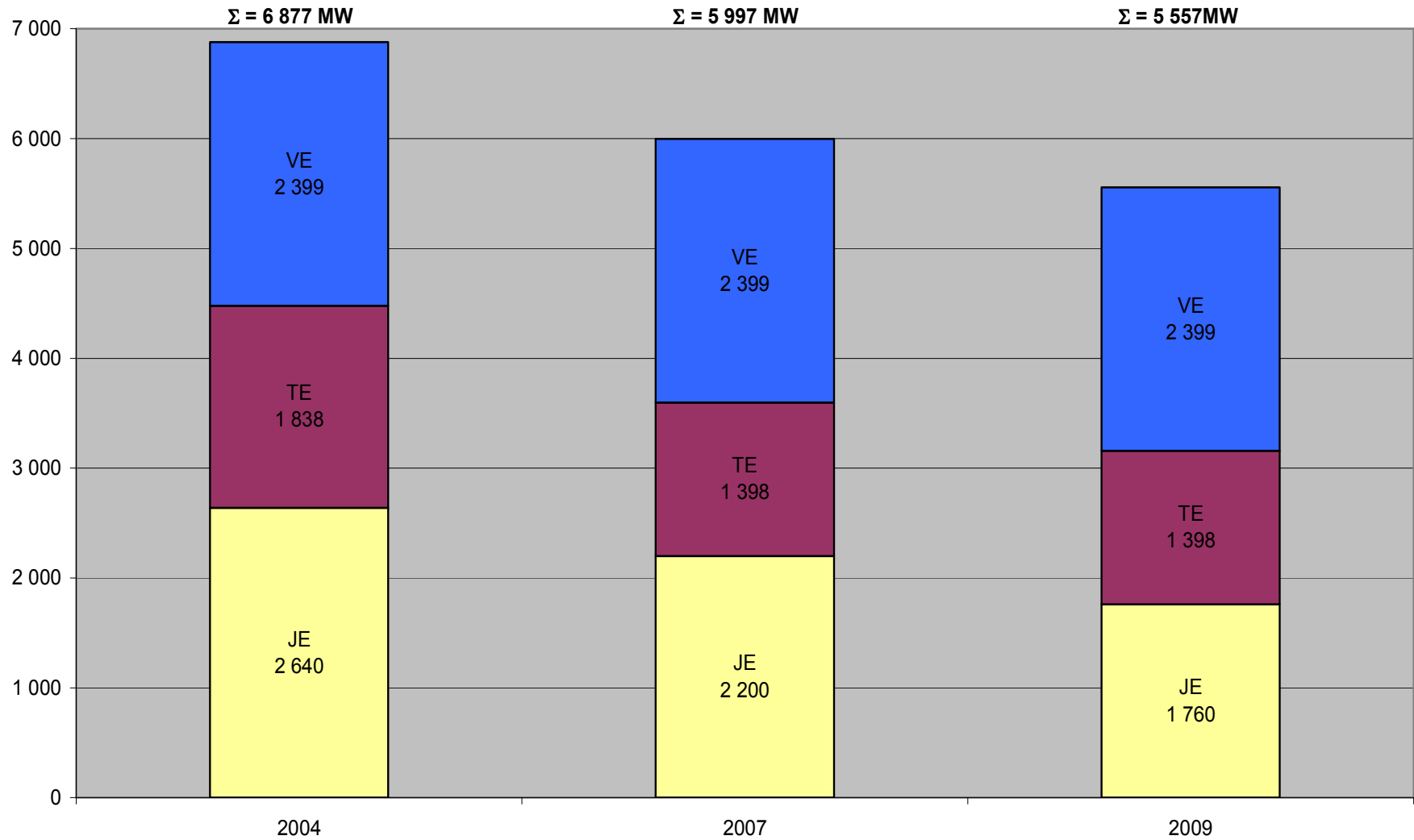


### 3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie

- využívanie energie vodných tokov → základný zdroj získavania energie
- **hydroenergetický potenciál = prírodné bohatstvo** každej krajiny
- využíva sa vo VE a MVE
- **primárny** technicky využiteľný hydroenergetický potenciál = **HEP**
- HEP = **súčet  $E_r$  na realizovaných a technicky realizovateľných VE a MVE**
- **vyspelé európske štáty** → využitie HEP na **65 až 95 %**
- **SR** → využitie HEP len na **56,4 %**

### 3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie

SE a.s. - inštalovaný výkon [MW]



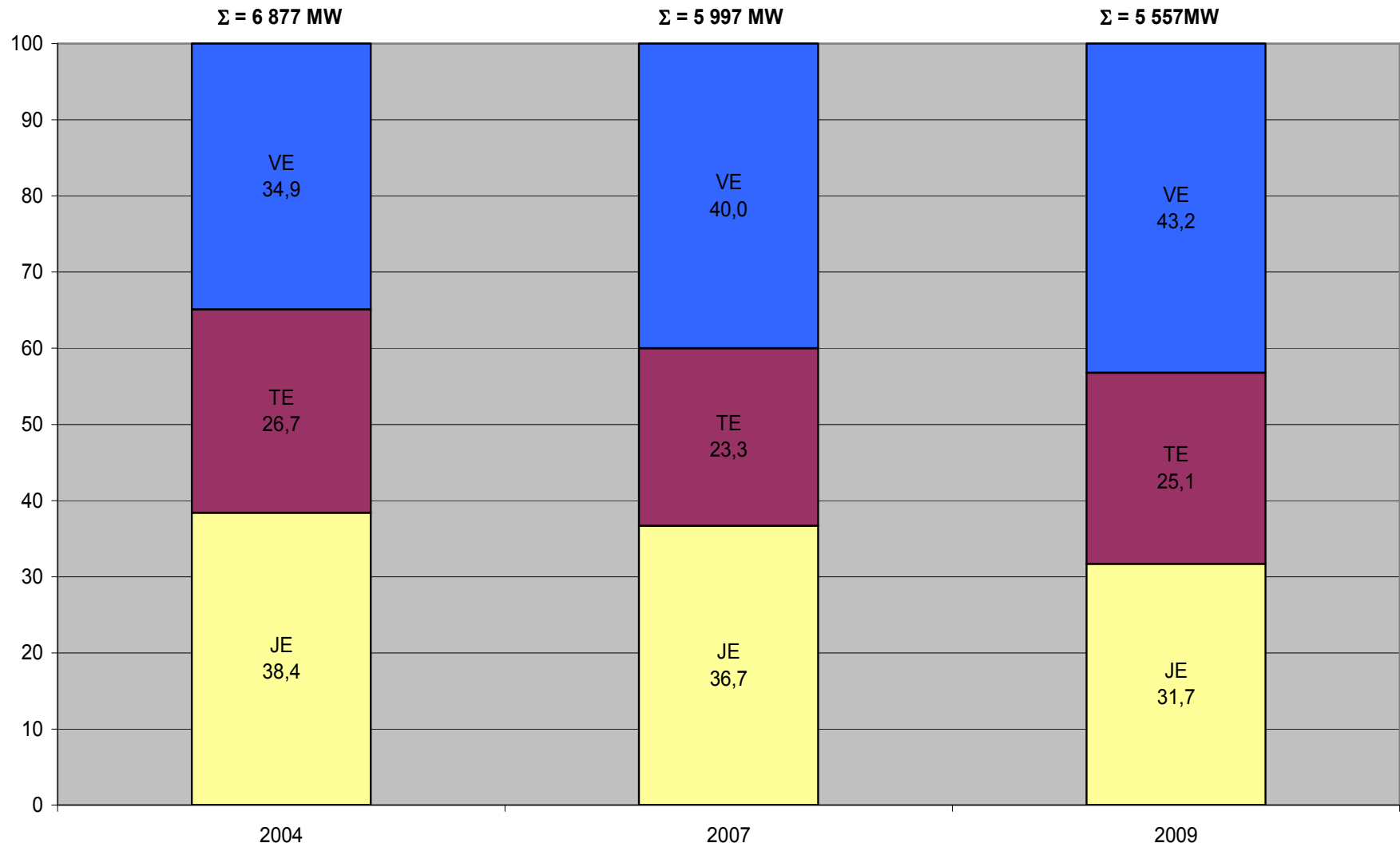
rok 2004 (pred odstavením jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)

rok 2007 (po odstavení 1. bloku jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)

rok 2009 (po odstavení 1. a 2. bloku jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)

### 3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie

SE a.s. - inštalovaný výkon [%]



rok 2004 (pred odstavením jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)

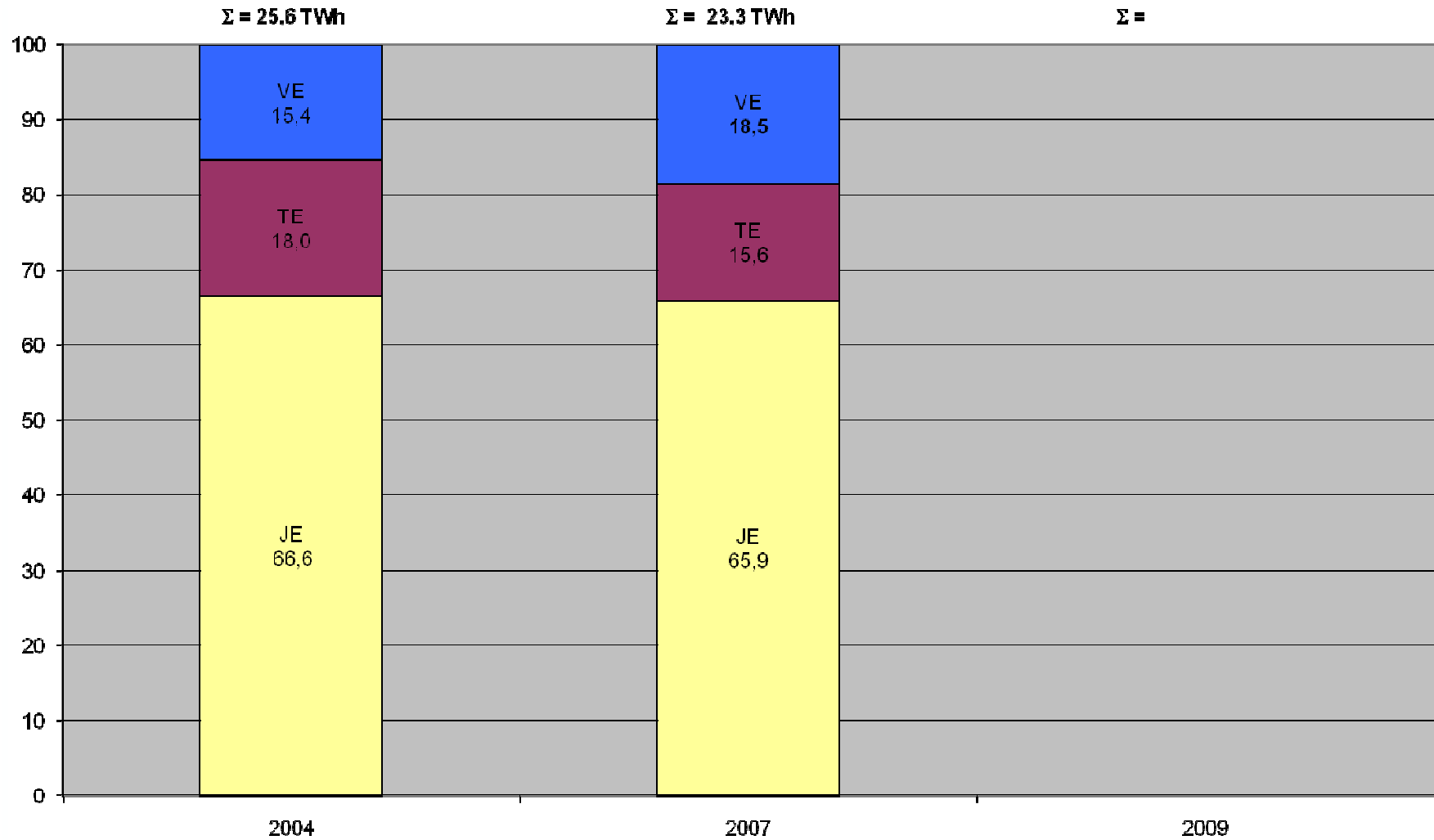
rok 2007 (po odstavení 1. bloku jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)

rok 2009 (po odstavení 1. a 2. bloku jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)



### 3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie

SE a.s. - výroba [%]



rok 2004 (pred odstavením jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)  
 rok 2007 (po odstavení 1. bloku jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)  
 rok 2009 (po odstavení 1. a 2. bloku jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach)



#### **Silné stránky využívania HEP:**

(v porovnaní s inými energetickými zdrojmi - napr. uhlie, jadro)

1. obnoviteľný zdroj
2. vlastný zdroj (s výnimkou hraničných tokov)
3. pohotový zdroj = regulačné schopnosti
4. **neznečisťuje** ovzdušie a **neprodukuje** odpad
5. relatívne **nízke prevádzkové náklady** pri dlhej životnosti (50~100 rokov)
6. vyžaduje relatívne **malý počet prevádzkových zamestnancov** (diaľkové riadenie)
7. pri citlivom a technicky správnom riešení nespôsobuje devastáciu prírodného prostredia, transformuje ho na novú kvalitu, pričom **pri celkovom zhodnotení všetkých efektov býva využitie HEP ekologicky prínosné**



**Slabé stránky využívania HEP** → dajú sa vnímať z rôznych hľadísk

#### Ekologické hľadisko

- z hľadiska ekológov → negatívne vplyvy využívania HEP na okolité prírodné a životné prostredie:
1. zmena prietokových pomerov
  2. zvýšenie sedimentačnej resp. eróznej činnosti toku
  3. zmena režimu podzemnej vody
  4. priechodnosť rýb a vodných živočíchov cez stupne na tokoch
  5. potenciálny únik mazadiel (ropných látok)
  6. zmena kvalitatívnych vlastností vody
  7. ohrozenie vodných živočíchov chodom turbín
  8. zmeny druhového zloženia vodných organizmov
  9. ovplyvnenie brehových porastov
  10. hlučnosť prevádzky
  11. záber pozemkov a zásahy do územia počas výstavby
  12. urbanistický zásah do okolitého krajinného prostredia
  13. ovplyvnenie rekreačnej plavby
- väčšina týchto vplyvov sa však dá vhodnými opatreniami značne eliminovať
- kritika vyplýva väčšinou z neznalosti technického riešenia a prevádzky VE alebo MVE, resp. z **apriórnej zaujatosti**



### 3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie

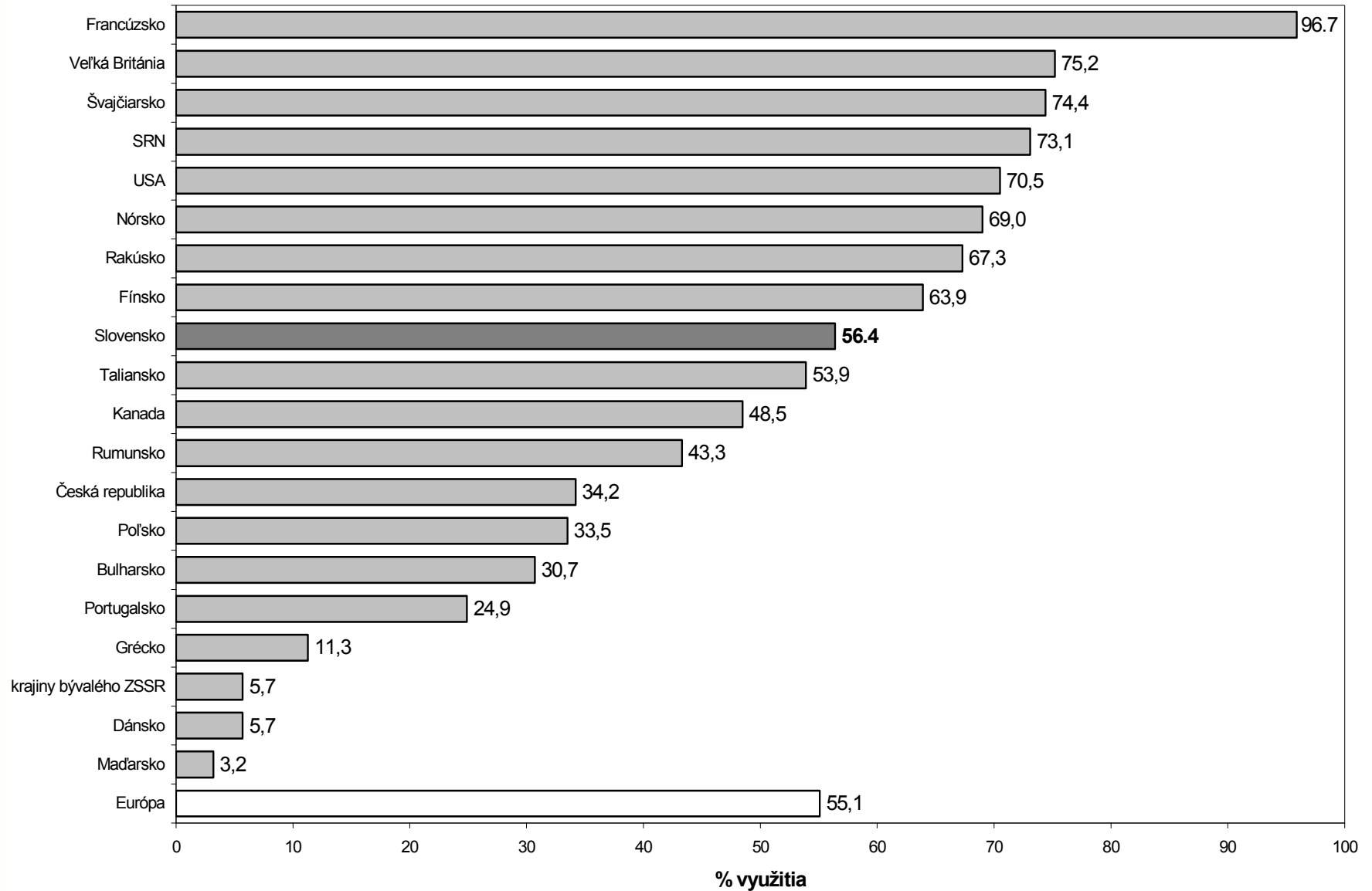
#### Skresľovanie bilančných hodnôt HEP

- pri hodnotení stupňa využitia HEP sa sleduje % využitia

$$\% \text{ využitia HEP} = \frac{\text{využitý HEP}}{\text{celkový HEP}} \cdot 100$$

- problém nastal s bilančnou hodnotou HEP (*celkový HEP*)
- **pred rokom 1997** (podľa oficiálnych materiálov SE a.s., MH SR, MŽP SR)  
**HEP SR = 7 361 GWh/rok**  
(pri inštalovanom výkone **2 575 MW**)
- **po roku 1997** (podľa Aktualizovanej koncepcie energetiky SR do roku 2005, prijatej Uznesením vlády v 1997)  
**„upresnený“ HEP SR = 6 607 GWh/rok**  
(známy aj pod označením „ekologický“ HEP)

### 3. Hydroenergetický potenciál a jeho využívanie





## 4. Delenie vodných elektrární

### 1. podľa inštalovaného výkonu

- nad 10 MW
- do 10 MW – **MVE** (STN 73 6881)

### 2. podľa možností hospodárenia s vodou

- A. prietochné
- B. regulačné
  - a) s prirodzenou akumuláciou
  - b) s umelou akumuláciou
  - c) so zmiešanou akumuláciou (prirodzenou aj umelou)

#### **Prietochné VE** (spracúvajú okamžité prietoky):

- prietoky cez vzdúvacie stavby bez  $V_z$
- pod vyrovnávacími nádržami – využitie  $Q_n$
- vodojemy - odbery
- biologické prietoky (pri prepúšťaní cez vzdúvací objekt)

#### **Regulačné VE** - podľa časového hľadiska – regulácia prietoku:

- krátkodobá (denná, týždenná)
- sezónna (v rámci roka)
- dlhodobá (viacročná)

### MVE – história vzniku na Slovensku

- MVE vznikali na našom území už koncom 19. storočia predovšetkým pre potrebu:
  - rudných baní
  - úpravní rúd
  - železiarní
  - ako prídavné zariadenia najmä pri mlynoch a pílach
- často boli kombinované s parnými strojmi a s tepelnými elektrárnami
- už v roku **1911** bolo na Slovensku **13 MVE** pre verejné zásobovanie
- v roku **1930** viac ako **2 650** prevádzok, z ktorých :
  - **96** malo **zmiešanú prevádzku** (mechanická transmisia + výroba EE)
  - len **49 samostatných MVE** – príklady:
    - z oblasti banských prevádzok = Kremnická kaskáda 3 MVE, zásobená vodou privádzačom z toku Turca (Turčekovský vodovod) + najstaršie MVE v Smolníku, Zakarovciach a Krompachoch
    - z oblasti hutníckej = sústava MVE pre železiarne v Podbrezovej (Piesok, Podbrezová, Lopej, Dubová a Jasenie)
    - pre lesné železnice = MVE v Ľubochni, Poprade
    - pre kúpele Rajecké Teplice, Korytnica, Trenčianske Teplice, Vyšné Ružbachy
    - pre papierne Harmanec (MVE Ulmanka, Harmanec I, Harmanec II a Jakub), pre papiereň a celulózku MVE Ružomberok a mnoho ďalších
- po roku **1948** väčšina z nich **neobstála** a **bola postupne zlikvidovaná** alebo aspoň **vyradená z prevádzky** (v mnohých prípadoch sa dali obnoviť)



## 5. Malé vodné elektrárne

MVE - stavba **vodohospodárska a energetická**  
- primárna funkcia = výroba elektrickej energie

pohľad na postavenie a funkcie MVE sa menil s historickým vývojom energetiky

vodné elektrárne = jednými z prvých elektrární na našom území  
dodávka EE - **najskôr** pre **samostatné** prevádzky  
- **neskôr** po vybudovaní jednotnej ES boli **zapojené do ES**

s postupným zvyšovaním spotreby EE = budovanie nových zdrojov (vodné, tepelné alebo jadrové) výkonovo oveľa väčšie, ako 10 MW

⇒ zmena postavenia MVE = stali sa v podstate zdrojmi doplnkovými

význam **MVE** = predovšetkým v regionálnej energetike  
- **lokálne vylepšujú bilanciu výroby EE**





## 5. Malé vodné elektrárne

### údaje Výskumného ústavu energetického (VÚPEX):

- na Slovensku je hodnota primárneho technicky využiteľného hydroenergetického potenciálu v **inštalovanom výkone** pripadajúceho na **MVE 340 MW**
- k **31.12.2001** bolo v **SR** zaregistrovaných **186 MVE** s inštalovaným výkonom **57,33 MW**, čo predstavuje **využitie len na 16,86 %**

pozn.: od 2004 prijatím nového Vodného zákona kompetencie okolo HEP-u „prebralo“ vodné hospodárstvo (aj výskum)

### údaje Výskumného ústavu vodného hospodárstva (VÚVH):

- v roku **2006** bolo na elektrizačnú sústavu napojených **250 MVE** a vyrobené bolo cca **250 GWh**
- z **HEP MVE = 1000 GWh** sa v súčasnosti využíva **menej ako 25%**
- výroba elektriny v MVE predstavuje v poslednej dobe cca **1%** z **celkovej spotreby** elektriny v **SR**



## 5.1 Typy MVE

### Delenie MVE z hľadiska umiestnenia výroby - 3 typy:

1. MVE, ktoré dodávajú **všetku** vyrobenú **energiu do elektrizačnej sústavy**
2. MVE, ktoré sa využívajú **prednostne na krytie vlastnej spotreby**, iba prebytky sa dodávajú do sústavy
3. MVE, ktoré sa využívajú **výlučne na krytie vlastnej spotreby** a nie sú pripojené do sústavy

## 5.1 Typy MVE

1. MVE, ktoré dodávajú **všetku** vyrobenú **energiu do elektrizačnej sústavy**

MVE Trnovec na Váhu →  $P_i = 800 \text{ kW}$ ,  $E_r = 3,8 \text{ GWh}$



2. MVE, ktoré sa využívajú **prednostne na krytie vlastnej spotreby**, iba prebytky sa dodávajú do sústavy

MVE Málinec II →  $P_i = 230 \text{ kW}$ ,  $E_r = 1\,177 \text{ MWh}$



MVE Málinec III →  $P_i = 89 \text{ kW}$ ,  $E_r = 303 \text{ MWh}$



## 5.1 Typy MVE

3. MVE, ktoré sa využívajú **výlučne na krytie vlastnej spotreby** a nie sú pripojené do sústavy

MVE pri Zamkovského chate (Malá studená dolina)  $P_i = 35 \text{ kW}$





## 5.2 Základné schémy MVE

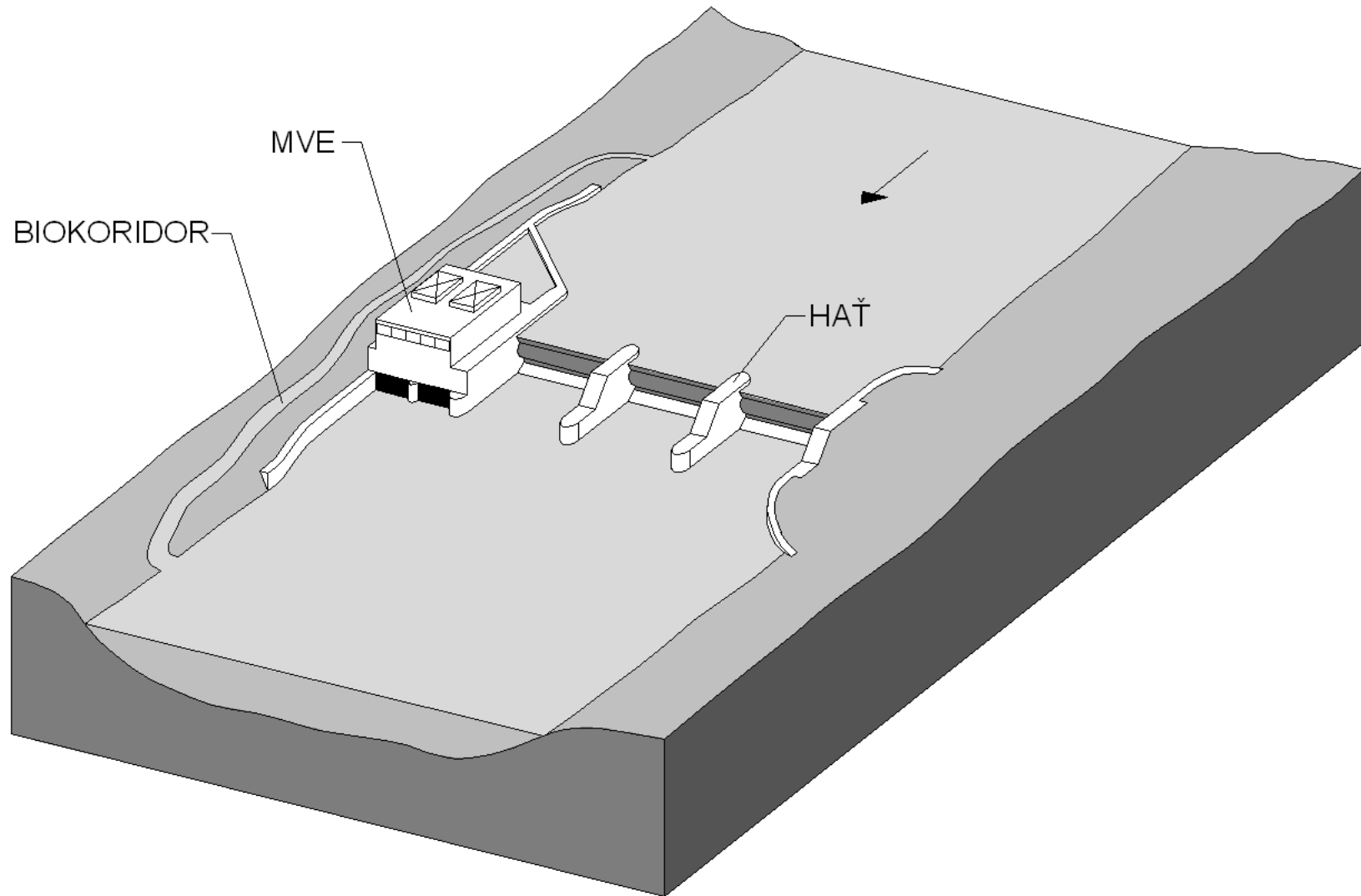
### Základné schémy MVE:

#### 1. Prihaťová

#### 2. Derivačná

- beztlaková derivácia      *(koryto, kanál)*
- tlaková derivácia      *(potrubie, tlaková štôľňa)*
- kombinovaná derivácia → beztlakovo-tlaková  
*(napred kanál potom potrubie)*

### 1. Prihaťová schéma



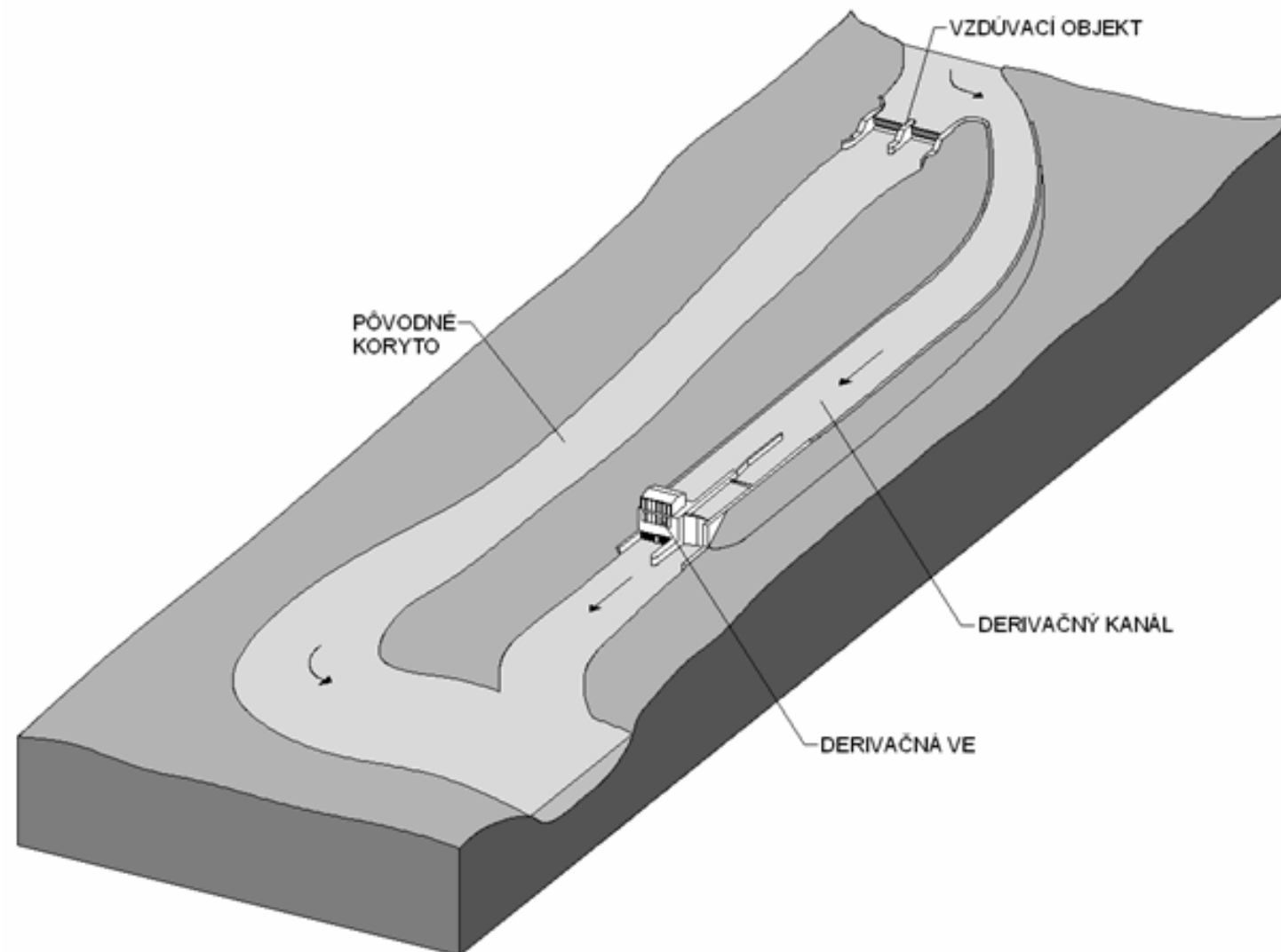
### 1. Prihaťová schéma

MVE Trnovec na Váhu →  $P_i = 800 \text{ kW}$ ,  $E_r = 3,8 \text{ GWh}$





### 2. Derivačná schéma – beztlaková (koryto, kanál)

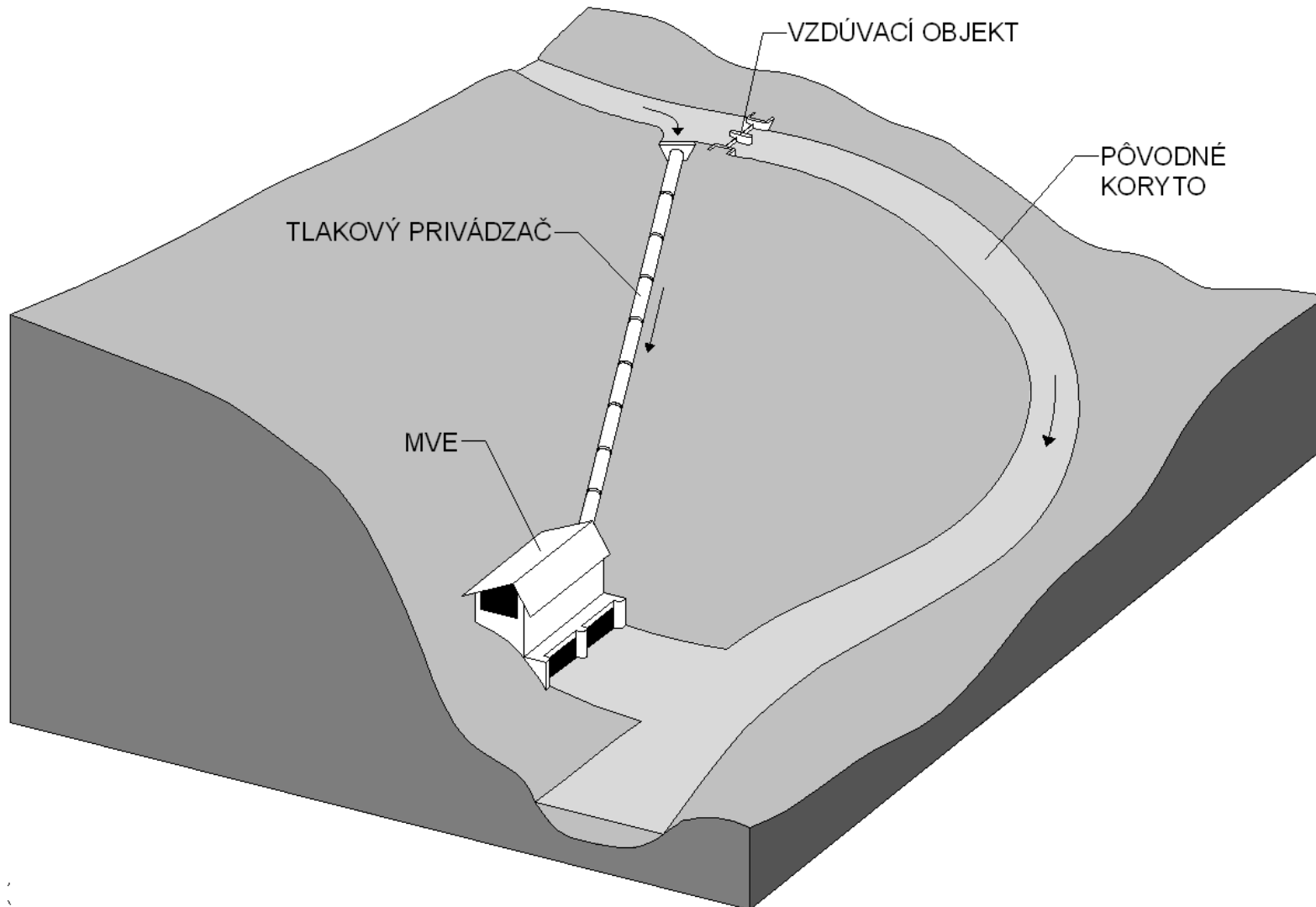


### 2. Derivačná schéma – beztlaková (kanál)

MVE Turá na Hrone →  $P_i = 1\,500\text{ kW}$ ,  $E_r = 6,6\text{ GWh}$



### 2. Derivačná schéma – tlaková derivácia (*potrubie, tlaková štôľňa*)

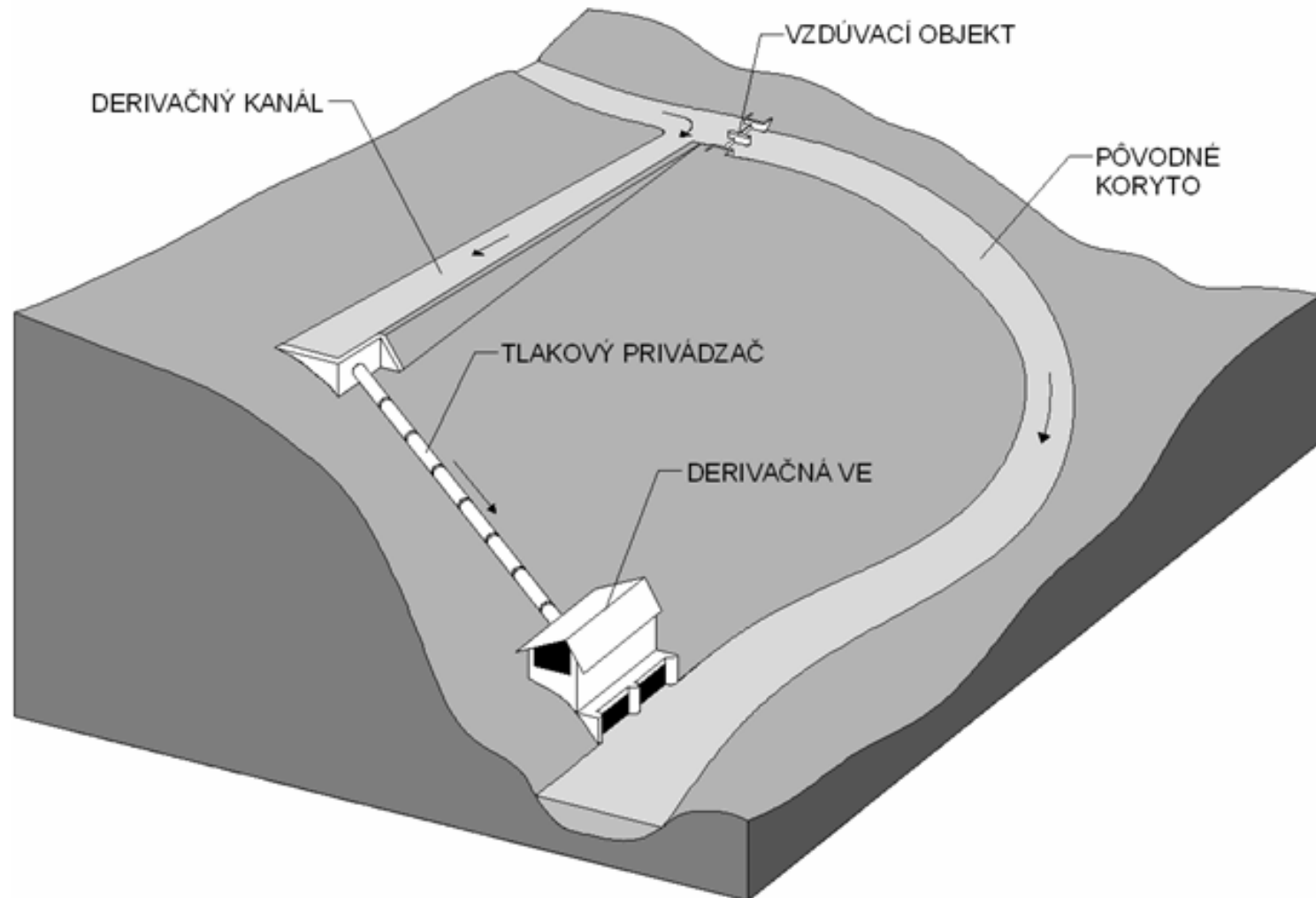


### 2. Derivačná schéma – tlaková derivácia (*potrubie*)

MVE pri Zamkovského chate (Malá studená dolina)  $P_i = 35$  kW



### 2. Derivačná schéma – kombinovaná derivácia → beztlakovo-tlaková (*napred kanál, potom potrubie*)



- **Stavebný zákon (Z.z. 50/1976)**
  - vymedzuje proces prípravy, výstavby a prevádzky MVE (MVE je vodná stavba)
- **Vodný zákon (Z.z. 364/2004)**
  - vymedzuje vzťah správcu vodného toku a investora (prevádzkovateľa) MVE
- **Zákon o posudzovaní vplyvov na životné prostredie (EIA) (Z.z. č. 24/2006)**
  - vymedzuje postup posudzovania vplyvov na ŽP → chýba posúdenie tokov ako celkov (požadujú rybári, ŠOP)
- **Zákon o energetike (Z.z. 656/2004)**
  - vymedzuje podmienky podnikania elektroenergetike
- **Zákon o podpore OZE (Z.z. č.309/2009)**
  - cenové zvýhodnenie energie vyrobenej z MVE
- **Výnosy Úradu pre reguláciu sieťových odvetví**
  - stanovujú výkupné ceny elektrickej energie a odplaty za využívanie HEP alebo odbery energetickej vody

### ÚRSO – výkupné ceny elektriny na rok 2010 pre MVE

| výkupné ceny            |                |                |
|-------------------------|----------------|----------------|
| $P_i$                   | sadzba eur/MWh | sadzba SKK/MWh |
| do 1 MW                 | 109,08         | 3 286,14       |
| od 1 MW do 5 MW vrátane | 97,98          | 2 951,75       |
| nad 5 MW                | 61,72          | 1 859,38       |

| odplaty za využívanie HEP           |                |                |
|-------------------------------------|----------------|----------------|
| (vodná stavba je v správe SVP š.p.) |                |                |
| $P_i$                               | sadzba eur/MWh | sadzba SKK/MWh |
| od 100 kW do 1 000 kW               | 4,4902         | 135,27         |
| od 1001 kW do 10 000 kW             | 7,4837         | 225,45         |
| nad 10 000                          | 15,2667        | 459,92         |

| odplaty za odber energetickej vody      |                                 |                                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| (vodná stavba nie je v správe SVP š.p.) |                                 |                                 |
| $P_i$                                   | sadzba eur/1 000 m <sup>3</sup> | sadzba SKK/1 000 m <sup>3</sup> |
| nad 10 000 kW                           | 0,1492                          | 4,49                            |



## 5.4 Ďalšie možnosti využívania HEP MVE v SR

- **súčasnú vyžitie HEP MVE v SR < 25 %**
- **energeticky najzaujímavejšie toky:**
  - horný Váh – úsek Bešeňová – Krpeľany
  - Orava – úsek Tvrdošín – Krpeľany (zákaz výstavby – stavebná uzáver)
  - Hron
- **podpora zo strany EÚ**
  - Smernica 2001/77/ES Európskeho parlamentu a rady z 31. januára 2001 o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie na vnútornom trhu s elektrickou energiou
- **podpora zo strany SR**
  - podpora OZE
    - zvýhodnené výkupné ceny elektrickej energie
    - garancia výkupu všetkej energie vyrobenej z OZE
    - podporné investičné programy pre OZE (štátne, eurofondy)



- Konceptcia energetického využitia hydroenergetického potenciálu vodných tokov v SR [VÚVH Bratislava 2008]

| ZDROJ                 | 2005       | 2010        | 2015        |
|-----------------------|------------|-------------|-------------|
|                       | [GWh]      | [GWh]       | [GWh]       |
| Malé vodné elektrárne | 250        | 350         | 450         |
| Biomasa               | 4          | 480         | 650         |
| Veterné elektrárne    | 7          | 200         | 750         |
| Bioplyn               | 6          | 180         | 370         |
| Geotermálna energia   | 0          | 30          | 70          |
| Fotovoltaicke články  | 0          | 0           | 10          |
| <b>SPOLU</b>          | <b>267</b> | <b>1240</b> | <b>2300</b> |

- **prekážky ďalšieho využívania HEP-u**
  - nevyriešený vzťah MH SR (energetika) – MŽP SR (vodné hospodárstvo, ochrana prírody) – Štátna ochrana prírody (ŠOP) – Slovenský rybársky Zväz (SRZ)
  - s lokalitami uvedenými v Konceptcii nesúhlasí ŠOP a SRZ
  - prakticky sa nedá získať SP na MVE (krajské úrady ŽP nevydávajú rozhodnutia až do ukončenia hodnotenia vplyvu na životné prostredie
  - ŠOP a SRZ požadujú od investorov v rámci hodnotenia vplyvu na životné prostredie prakticky nespĺniteľné požiadavky



## 6. Ukážka obecnej MVE v Necpaloch

### Údaje deklarované výrobcom:

|              |   |                                     |
|--------------|---|-------------------------------------|
| Výkon        | : | 2 x 18,5 kW                         |
| Prietok      | : | 0,7 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> |
| Spád         | : | 2 x 3,55 m                          |
| Ročná výroba | : | 160 100 kWh                         |
| Tržba za rok | : | 502 000 Sk                          |
| Náklady      | : | 3 320 000 Sk                        |
| Návratnosť   | : | 6,6 roka                            |

### Mal byť použitý **vodný kolesový motor**:

- slovenský patent SK3617U, SK3641U, PCT/SK2004/000005
- bola deklarovaná účinnosť Kaplanovej turbíny
- mala byť splnená aj licenčná podmienka = majetková účasť obce min. 50 %



## 6. Ukážka obecnej MVE v Necpaloch

rok 2007 → „uviedenie do prevádzky“



## 6. Ukážka obecnej MVE v Necpaloch

rok 2008

→ meranie celkovej účinnosti premeny energie = 18 %

→ veľká prevádzková nespoľahlivosť



MVE Dolný Jelenec

Ďakujem za pozornosť

