



Středoškolská technika 2009
Setkání a prezentace prací
středoškolských studentů na ČVUT

VODNÍ ELEKTRÁRNA ŠTĚCHOVICE

Martin Dvořák

VOŠZ a SZŠ
ul. 5. května 51, Praha 4



OBSAH PROJEKTU

1. Úvod
2. Energetika a vodní elektrárny ČR
3. Obecně o vodních elektrárnách
4. Princip fungování vodní elektrárny
5. Typy vodních elektráren
6. Fakta o elektrárně Štěchovice
7. Zážitky z exkurze
8. Průzkum veřejného mínění
9. Závěr
10. Použitá literatura
11. Obrazová příloha

1. Úvod

Proč jsem si vybral uvedené téma

Studuji na VOŠZ a SZŠ 5. května v Praze 4 třetí ročník zdravotnického lycea. Rozhodoval jsem se mezi následujícími tématy: „Využívání obnovitelných zdrojů energií,“ kde mě zaujalo podtéma malé vodní elektrárny a „Zdraví člověka, kvalita jeho života a ochrana přírody.“ Vzhledem k tomu, že studuji zdravotnický obor, v úvahu připadalo spíše druhé zmíněné téma, avšak já jsem si vybral téma „Malá vodní elektrárna“, neboť jedna taková stavba stojí v blízkosti mého bydliště.

Bydlím v obci Korkyně asi 10 km od městečka Štěchovice, kde již od 40. let minulého století byla v provozu přečerpávací vodní elektrárna jako součást komplexu vodního díla Štěchovice.

Již delší dobu mě tato stavba přitahuje, ale nikdy jsem se tam nevypravil. V loňském roce jsme ve fyzice probírali principy fungování různých typů elektráren, vodních, slunečních, tepelných a větrných. Při výběru tématu jsem si vzpomněl na tuto probíranou látku, na stavbu v městečku Štěchovice a moje rozhodnutí bylo jasné. Budu psát o „Vodní elektrárně Štěchovice“. Když jsem o tom hovořil s rodiči, zjistil jsem, že na tomto díle pracuje otcův spolužák ze základní školy pan František Lutonský, který zde pracuje přibližně 30 let. Mému projektu již nestojí nic v cestě.

2. Energetika a vodní elektrárny ČR

Lidstvo opustilo přírodní způsob života, kdy se obešlo bez elektrické energie. Energie se musí získávat z nějakého zdroje, může jít o zdroj přírodní, kde člověk nemusí těžit a spalovat, jako je tomu například u uhlí.

Nejjednodušším a nejstarším přírodním zdrojem energie je vodní tok, který se využíval ještě dávno před tím, než byla známa elektrická energie. Na řece se stavěly mlýny, pily a jiná zařízení, která potřebovala energii pro svoji činnost. Elektrická energie vyrobená z vodního zdroje má velkou výhodu v tom, že se jedná se o zdroj přírodní, nevyčerpatelný. Příkladem v Čechách může být Štěchovická elektrárna postavená v roce 1947. Tato elektrárna je unikátní tím, že její součástí je zvláštní nádrž (přečerpávací elektrárna Štěchovice II.), do které se voda v případě přebytku elektrické energie přečerpává a v případě nedostatku se vody využívá zase k výrobě elektrické energie. Je nutno si uvědomit, že neumíme elektřinu skladovat, vždy musí být v síti výkon přesně odpovídající odběru všech zapnutých spotřebičů.

Velké vodní nádrže a související elektrárny mají význam pro výrobu elektrické energie v době jejího nedostatku, jejich najetí na výkon je velice rychlé. Tyto zdroje byly postaveny na velkých tocích, podle některých názorů již v dostatečném množství, někteří odborníci požadují jejich výstavbu například na Berounce a jinde, o možnosti jejich realizace se vede diskuse.

Jiným druhem jsou elektrárny průtočné, které se budují na říčních jezích. Výkon těchto elektráren závisí na okamžitém průtoku vody. Situace s jejich výstavbou není tak jednoduchá, ochránci prosadili, že musí být přes jez zachován minimální průtok, což značně snižuje množství vody protékající turbinou a snižuje se tím i výkon. Elektřina z těchto elektráren je většinou výrobně dražší než elektřina vyráběná klasicky. Malé vodní elektrárny jsou dotovány státem, jinak by se jejich provoz nevyplatil.

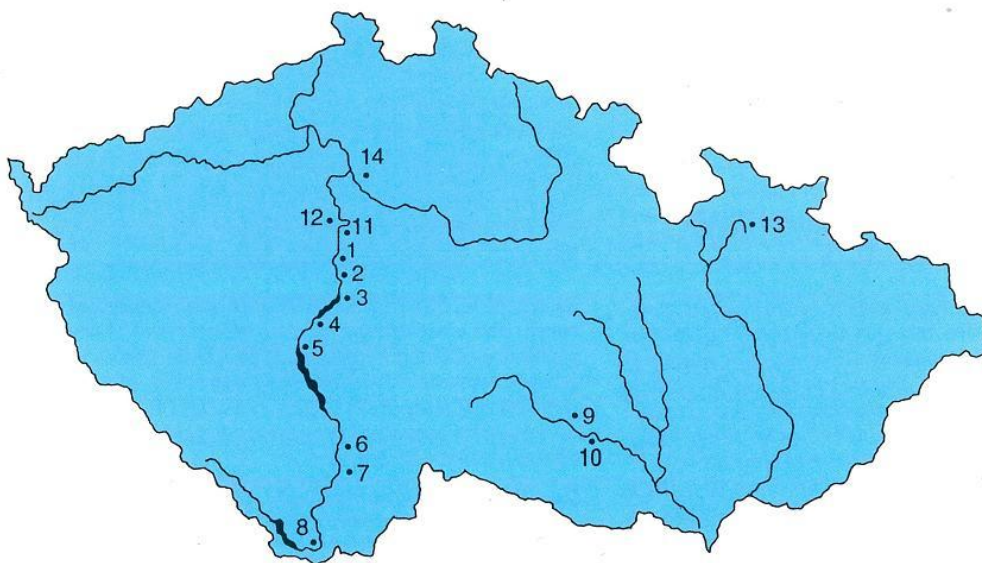
Lidé by měli využívat přírodních obnovitelných zdrojů i v případě, že se jedná o zdánlivě ztrátovou činnost. Uhlí a ostatní suroviny, ze kterých se vesměs elektřina vyrábí, nejsou nevyčerpatelné a je na nás, jaké zdroje energie necháme našim potomkům. O vodních tocích se dá předpokládat, že budou k dispozici bez ohledu na to, zda je lidé využijí. Lidé ušetří uhlí, plyn, ropu a další suroviny, které vytvořila příroda a jejichž zásoby jsou konečné.

VODNÍ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE

VLTAVSKÁ KASKÁDA

lokality	výkon MW	ř.km	rok uvedení do provozu	lokality	výkon MW	ř.km	rok uvedení do provozu
Štvanice (po rekonstrukci)	5,67	50,650	1987	Kamýk	40	134,730	1961
Modřany	1,5	62,209	1989	Orlík	364	144,600	1961–62
Vrané	13,88	71,300	1936	Kořensko	3,8	200,405	1992
Štěchovice I (středotlaká)	22,5	84,318	1943–44	Hněvkovice	9,44	210,390	1992
Štěchovice II (vysokotlaká)	40	84,318	1947–48	Lipno II	1,5	319,108	1957
Slapy	144	91,694	1954–55	Lipno	120	329,543	1959

Vodní elektrárny



- 1 Vrané
- 2 Štěchovice
- 3 Slapy
- 4 Kamýk
- 5 Orlík
- 6 Kořensko
- 7 Hněvkovice
- 8 Lipno
- 9 Dalešice
- 10 Mohelno
- 11 Modřany
- 12 Štvanice
- 13 Dlouhé Stráně
- 14 Obříství

3. Obecně o vodních elektrárnách

Vodní elektrárna je „výrobná“ elektrické energie, přeměňuje potenciální energii vody na elektrickou energii. Energie získávaná z vodních toků, patří k nejstarším energetickým zdrojům, které se lidstvo naučilo využívat. Vodní síla dokáže vyrobit elektrický proud téměř zadarmo, ovšem za podmínky, že náklady na výstavbu elektrárny a souvisejícího vodního díla nejsou příliš vysoké. Bohužel v České republice nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl ideální. Naše toky nemají potřebný spád ani dostatečné množství vody.

Vodní elektrárny mají následující klady:

- neznečišťují ovzduší, jsou ekologické
- nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody těžbou a dopravou paliv, surovin
- jsou bezodpadové, nezávislé na dovozu surovin a vysoce bezpečné

Význam vodních elektráren v České republice nespočívá v objemu výroby elektrické energie, ale ve specifických vlastnostech jejich provozu. Vodní elektrárny dokáží velmi pohotově reagovat na okamžitou spotřebu elektrické energie v energetické soustavě. Představují levný zdroj elektrické energie, který se využívá zejména v období špičkové spotřeby.

Vodní elektrárny mají i vodo hospodářský význam. To se projevilo v období katastrofických záplav v roce 2002. Těm se sice v povodí Vltavy nepodařilo zcela zabránit, jejich důsledky by však bez schopnosti operativně a plánovitě přival vodní masy zadržet byly daleko ničivější.

Obvyklý typ říční vodní elektrárny se skládá:

- přehradní hráze nebo jezu (zadržuje vodu)
- strojovny (obsahuje vodní turbíny a alternátory)

4. Princip fungování vodní elektrárny

Voda přitékající přírodním kanálem roztáčí turbínu, která je na společné hřídeli s generátorem elektrické energie. Dohromady tvoří tzv. turbogenerátor. Mechanická energie proudící vody se tak mění na základě elektromagnetické indukce na energii elektrickou, ta se transformuje a odvádí do míst spotřeby.

Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla. Nejčastěji se používají turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína). V podmínkách našich řek se nejčastěji používají Kaplanovy turbíny s nastavitelnými lopatkami, které jsou vhodné pro velká množství vody a pro menší spády.

Pro vysoké spády se používá Peltonova turbína, což je rovnotlaký stroj, jehož obvodová rychlost otáčení je nižší než rychlost proudění. Voda vstupuje do turbíny pouze v některých částech jejího obvodu a nezahltí celý obvod – vodu na lopatky tvaru misek přivádějí trysky.

V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá reverzní Francisova turbína s přestavitelnými lopatkami, která při zpětném chodu funguje jako čerpadlo.

V malých vodních elektrárnách se převážně používá malá horizontální turbína Bánkiho spolu s upravenou jednoduchou turbínou Francisovou.

5. Typy vodních elektráren

Vodní elektrárny dělíme na:

a) akumulční elektrárny (velké vodní elektrárny) – jsou pro nás nejdůležitější. K pohonu turbín využívají vody nahromaděné v rybnících, jezerech a především v umělých vodních nádržích. Nejmohtnější vodní nádrže s velkými elektrárnami jsou v ČR budovány zejména v povodí Vltavy (např. Orlík, Slapy, Vrané nad Vltavou, Štěchovice).

b) průtokové elektrárny (malé vodní elektrárny) – nejčastěji se budují v rovinných oblastech, kde lze vodní tok přehradit jen nízkými jezy a z hlediska množství vyráběné energie mají jen místní význam (např. Český Šternberk – Sázava, Kroměříž – Morava).

c) přečerpávací elektrárny - jejich činnost lze stručněji popsat takto: elektrická energie roztáčí rotor alternátoru, alternátor pohání čerpadlo, čerpadlo přečerpává vodu do výše položené nádrže, v době zvýšené spotřeby elektrické energie se z naplněné nádrže vypouští zpět na turbínu, turbína pohání alternátor a alternátor vyrábí znovu elektrickou energii. Zdá se to být na první pohled nesmyslné, ale spotřeba elektrické energie kolísá. V pracovní době je spotřeba vyšší, v noční době naopak nižší. Elektrickou energii nelze hromadit, ani nemůžeme vytvářet její zásoby. A právě této přebytečné elektrické energie využíváme v přečerpávání vody do nádrží. V době zvýšené spotřeby naopak využíváme nahromaděné potenciální energii vody k výrobě elektrické energie.

6. Fakta o elektrárně Štěchovice

Vodní elektrárna Štěchovice je tvořena vodními díly Štěchovice I a Štěchovice II.

Štěchovice I. (Akumulační elektrárna)

Vodní elektrárna Štěchovice I. byla původně vybudována jako druhý článek vltavské kaskády na konci druhé světové války. Nádrž této středotlaké elektrárny o délce 9,4 km končí ve vývaru elektrárny Slapy. Obsahuje 11,2 milionů m³ vody a slouží především k vyrovnání kolísavého odtoku ze špičkové elektrárny Slapy. Spolu s nádrží ve Vraném vyrovnává odtok z vltavské kaskády. Umožňuje špičkový provoz slapské elektrárny a výrobu pološpičkové elektrické energie. Provoz štěchovické elektrárny o výkonu 22,5 MW je řízen přímo z centrálního dispečinku vltavské kaskády.

Vodní dílo Štěchovice bylo postaveno v letech 1938 – 1944. Betonová přehrada s žulovým obkladem je 22,5 m vysoká, 120 m dlouhá, s pěti přelivnými hrazenými poli. Kapacita přelivů tj. 2400 m³/s umožňuje bezpečně převést i takovou katastrofální povodeň jaká byla v roce 1890.

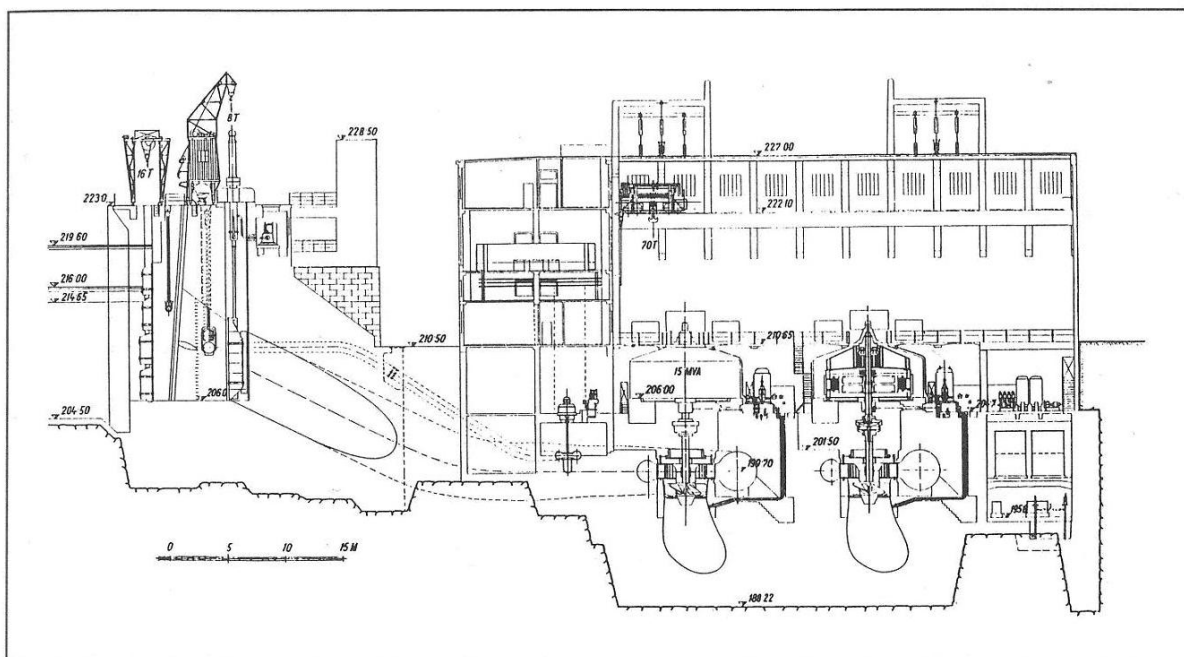
Středotlaká elektrárna je vybavena jako klasická průtočná elektrárna se 2 soustrojím s Kaplanovými turbínami. Její součástí je i venkovní rozvodna 110 kV a vývodové a distribuční transformátory.

Výrobní jednotka – Štěchovice I:

Instalovaný výkon: 2 x 11,25 MW

Rok uvedení do provozu: 1943 – 1944

Typ turbíny: 2 x Kaplan



Podélný řez středotlakou elektrárnou Štěchovice I

Štěchovice II. (Přečerpávací elektrárna)

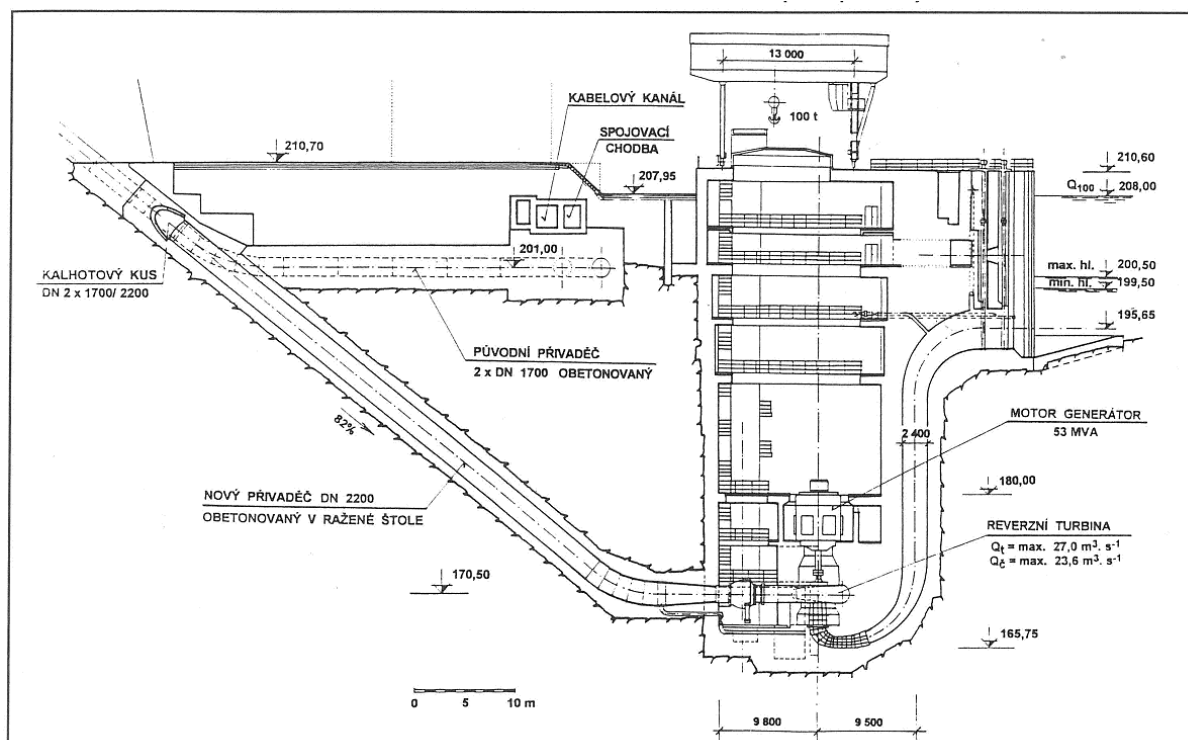
Přečerpávací vodní elektrárna Štěchovice II. se spádem až 220 m a umělou nádrží na kopci Homole o obsahu 500 000 m³ byla uvedena do provozu v roce 1947. Na svou dobu byla tato přečerpávací vodní elektrárna plně automatizována a odpadní teplo z chlazení bylo využito mj. k ohřívání vody v nedalekém plaveckém bazénu (do února 1991, kdy byla pro zastaralost odstavena). Za téměř 45 let provozu vyrobila ekologickým způsobem 1 650 000 MWh převážně špičkové energie a svým unikátním provozem se zapsala do historie naší novodobé hydroenergetiky. V letech 1992 – 1996 proběhla výstavba nové, moderní přečerpávací vodní elektrárny, která využívá původní horní nádrž na Homoli a z velké části původní ocelové přivaděče (průměr potrubí 1,7 – 2 m, délka 590 m) i části elektrorozvodného zařízení. Původní dvě soustrojí o výkonu 21 MW byla nahrazena jedním s reverzní Francisovou turbínou typu FR – 180 z ČKD Blansko s oběžným kolem o průměru 2,2 m s hltností 24 m³ vody za sekundu a motorgenerátorem o výkonu 45 MW. Soustrojí je umístěno ve 45 m hluboké podzemní strojovně.

Výrobní jednotka - Štěchovice II.

Instalovaný výkon: 1 x 45 MW

Rok uvedení do provozu: 1947

Typ turbíny: reverzní Francis



Příčný řez PVE Štěchovice II.

7. Zážitky z exkurze

S mým průvodcem, dlouholetým zaměstnancem elektrárny Štěchovice, panem Lutonským jsem se měl sejít v prosinci loňského roku před elektrárnou. Když jsem se přiblížil, byl jsem šokován její mohutností. Obrovské přehradní hráze, svahy, celkové prostředí, ve mně vzbuzovalo respekt. Při svých každodenních cestách do Prahy vídám Vránskou přehradu, na Slapské přehradě jsem se byl také podívat, ale tu Štěchovickou jsem ten den viděl zblízka poprvé. Pan Lutonský mě touto stavbou začal provázet. Pracuje tu prakticky od maturity. Zná všechna zařízení perfektně. Překvapilo mě, že tuto elektrárnu obsluhuje pouze několik zaměstnanců. Připadalo mně to nemožné, ale při dnešní úrovni techniky to možné je.

S panem Lutonským jsme započali prohlídku v hale s dvěma ohromnými turboalternátory, které vytvářely velký a pro mě dost nepříjemný hluk, na který jsem si po čase zvykl. Popsal mi funkci těchto velmi složitých přístrojů v této hale. Ale ne všemu jsem úplně rozuměl.

Dále jsme pokračovali vzhůru směrem na hráz, kde mi ukázal přívodné potrubí k těmto dvěma turboalternátorům.

Pokračovali jsme dále do transformátorovny a odtud jsme zamířili zpět do útrob haly, kde jsem si prohlédl mazací ústrojí, hřídel alternátoru a další technické prvky. Původně v této hale byly čtyři turboalternátory, dva patřily k přečerpávací elektrárně, byly však vyřazeny z provozu a nahrazeny jediným novým, který je umístěn v 45 m hluboké podzemní strojovně.

Ptal jsem se také, jakým způsobem zasáhly povodně roku 2002 tuto elektrárnu. Dozvěděl jsem se, že došlo k zatopení haly, strojoven včetně podzemní strojovny. Odstranění škod spočívalo v okamžitém přerušení provozu a následné generální opravě a vyčištění všech postižených strojových částí. Na těchto pracích se podílela odborná firma a samozřejmě také zaměstnanci.

Poté jsme zamířili do části přečerpávací elektrárny. V mezipatře nad strojovnou jsem vstoupil do čtvercové místnosti, na jejíž stěnách visely snímky s popiskami a schémata ze stavby a minulosti přehrady.

Exkurzi jsme ukončili v kanceláři pana Lutonského, což je vlastně dispečink, odkud je možno řídit elektrárnu. Přes kamerový systém jsem zhlédl vodní nádrž Homole.

Tato exkurze ve mně zanechala nezapomenutelný dojem, podrobný popis všech technických zařízení elektrárny a celá stavba mě přesvědčila o znalostech pracovníků této elektrárny.

8. Průzkum veřejného mínění

V rámci tohoto projektu jsem provedl průzkum na téma Názory na energetiku a využívání obnovitelných zdrojů energií. Oslovil jsem cca 30 respondentů ze dvou věkových skupin, a to zaměstnance od 40-ti let výše a studenty kolem 20-ti let. Položil jsem následující dotazy a nabídl jsem uvedené typy odpovědí, vyhodnocení odpovědí je u každé otázky.

Názory na energetiku

Domníváte se, že má docházet k energetickým úsporám? (Ano, Ne)

Obě skupiny shodně odpověděly, že má docházet k energetickým úsporám.

Jak chcete těchto úspor dosáhnout? (Omezením výroby, Omezením spotřeby, Jinak)

Opět obě skupiny uvedly odpověděly shodně – úspor chtějí dosáhnout omezením spotřeby.

Jako zdroje energie preferujete výrobu elektřiny? (V klasických uhelných elektrárnách, V plynových elektrárnách, V jaderných elektrárnách, Obnovitelné zdroje)

Starší preferují jaderné elektrárny, mladí plynové, jaderné a jeden vodní a větrné.

Obnovitelné zdroje

Jste pro prolomení limitů těžby hnědého uhlí? (Ano, Ne, Je mi to jedno)

Starší jsou pro prolomení limitů, mladým je to buď jedno, nebo jsou proti.

Jste pro ukončení těžby uhlí pro energetické účely a její nahrazení jinými zdroji?
(Ano, Ne, Je mi to jedno)

Jak vyplývá z odpovědí u předešlé otázky, starší jsou proti ukončení těžby a mladí jsou pro ukončení těžby.

V souvislosti s emisemi oxidu uhličitého je možná náhrada klasických fosilních paliv jadernou energií. Který zdroj produkuje více radioaktivních látek vypouštěných do ovzduší? (Jaderná elektrárna, Uhelná elektrárna, Nevím)

Starší většinou správně odpovídají, že více radioaktivních látek vypouští uhelná elektrárna, mladí sázejí více na jadernou elektrárnu, několik uvádí správně uhelnou elektrárnu a zbytek zaškrtnává nevím.

Obnovitelné zdroje v některých případech produkují dražší elektrickou energii než klasické elektrárny. Jste ochotni si za tuto energii připlatit? Kolik %?
(10%, 20%, 30%, Nejsem ochoten si připlatit)

Téměř všichni starší uvádějí, že nejsou ochotni si připlatit, zatímco mladí by si připlatili do výše 10%.

Domníváte se, že využití větrných elektráren sníží požadovanou výrobní kapacitu klasických elektráren? (Ano, Ne, Nevím)

Starší odpovídají ne, mladí rozdělují odpovědi mezi ano a ne, zlomek z nich neví.

Jste pro pěstování monokultur, např. řepky, která se po zpracování používá jako náhrada nafty? (Ano, Ne, Nevím)

Starší odpovídají ano i ne, mladí ve většině ano.

Jste pro pěstování lesních monokultur pro energetické účely? (Ano, Ne, Nevím)

Stejně odpovědi jako u předešlé otázky, Starší ano i ne, mladí vesměs jen ano.

Kdy je větší zatížení energetické evropské sítě? (V zimě, V parném létě)

Starší většinou správně odpovídají, že v parném létě (hlavně z důvodu zapnutých klimatizací), mladí uvádějí chybnou odpověď – v zimě.

Čeho jste ochotni se v rámci energetických úspor vzdát? (Auta, Klimatizace, Televize. Jiné)

Obě skupiny se shodují na odpovědi, že by se vzdaly klimatizace, pouze dva starší a tři mladí jsou ochotni se vzdát televize.

Z průzkumu jsem měl velmi dobrý pocit, svět kolem nás není lidem lhostejný, zvláště mě potěšili mladí, kteří jsou ochotni si i za energii z obnovitelných zdrojů připlatit a připouští si i možnost omezení svých spotřebitelských nároků. Myslím, že tento dotazník tím, že jsem oslovil svoje spolužáky já sám, je vedl k většímu zamyšlení, než když se takto ptá škola či jiná organizace. Věková skupina starších je k obnovitelným zdrojům energie více skeptická, nejsou ochotni si za dražší elektrickou energii vyrobenou z obnovitelných zdrojů připlácet, nejsou ani ochotni se vzdát televize či auta, i když někteří z nich si ještě pamatují doby bez televize či bez tak velkého provozu na silnicích.

9. Závěr

Exkurze ve vodní elektrárně mě jen utvrdila v mém přesvědčení, že vodní energie je energií perspektivní a ekologickou. Díky této práci jsem konečně navštívil vodní elektrárnu v blízkosti mého bydliště. Člověk by měl poznat takovéto významné stavby. Uvědomil jsem si též, že tak samozřejmé věci jako je rozsvícení žárovky vypínačem nebo spuštění počítače, předcházejí velmi složité technické úkony.

Celý projekt vedl k zamyšlení nad energií nejen mě, ale díky průzkumu i mé spolužáky, rodiče, kolegy mých rodičů. Také jsem poznal i velmi vzdělaného pracovníka elektrárny pana Františka Lutonského a touto cestou mu vyjadřuji poděkování za pomoc a cenné informace.

Zamýšlet se, vést diskusi a poznávat nové věci není nikdy na škodu.

10. Použitá literatura:

- Přečerpávající vodní elektrárna Štěchovice - historie a budoucnost
- Internet (www.wikipedia.cz, www.cez.cz, google.cz)
- Konzultace s panem Františkem Lutonským (zaměstnanec elektrárny)

11. Obrazová příloha



Přehradní hráz Štěchovice I



Energetický dispečink



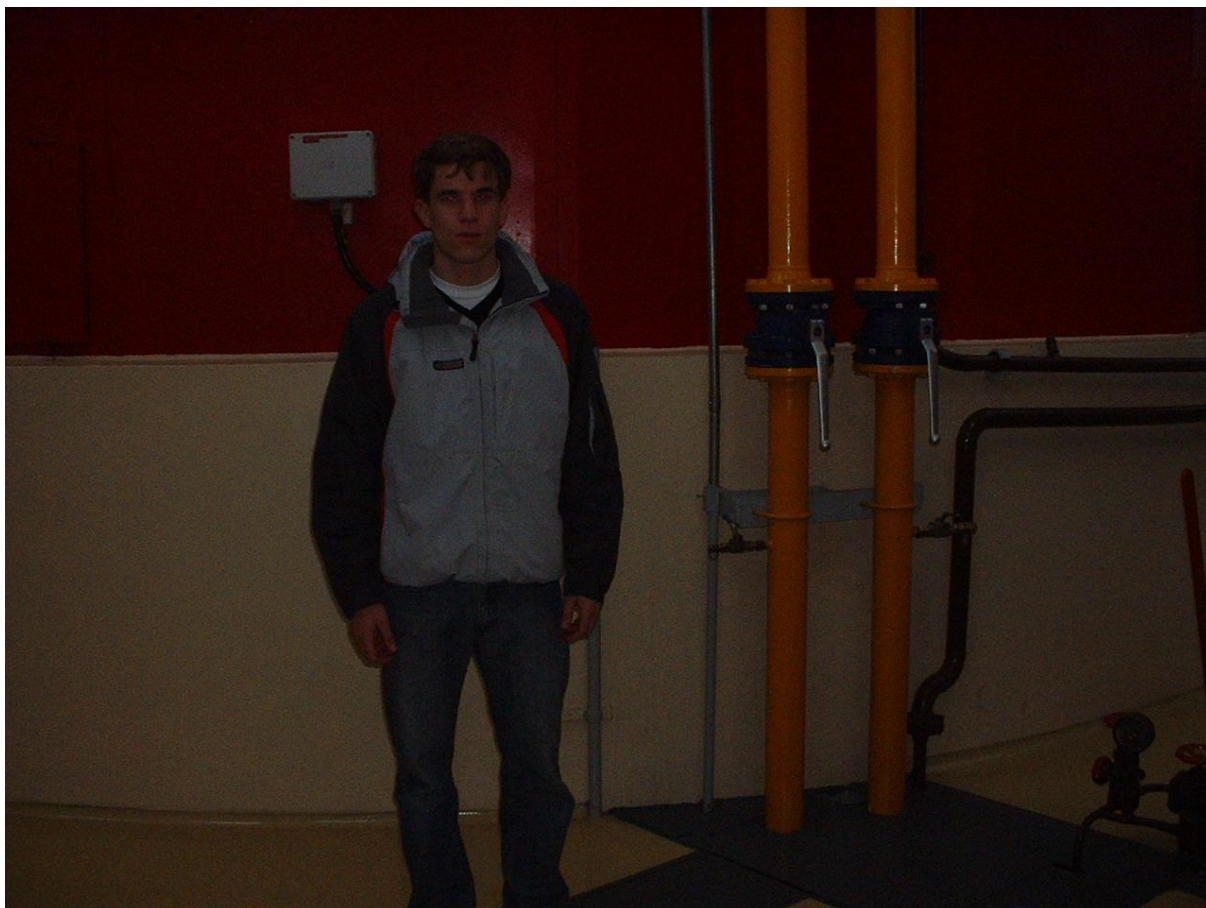
Přivaděčové potrubí z nádrže Homole – Štěchovice II



Hala s turboalternátory



Hřídel alternátoru



Autor projektu v hale s turboalternátory elektrárny Štěchovice