



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

ENERGETICKÉ AUDITY V PROGRAMU EINSTEIN

ENERGY AUDITS WITH EINSTEIN TOOL-KIT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VINCENT DADEJ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BOBÁK, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického inženýrství

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Vincent Dadej

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Energetické audity v programu EINSTEIN

v anglickém jazyce:

Energy audits with EINSTEIN tool-kit

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Moderní inženýrské postupy si bez sofistikovaných počítačových programů nelze představit. S cílem zkvalitnit a urychlit energetické audity v průmyslových provozech vznikl v rámci několika evropských a národních projektů program EINSTEIN, založený na principu open-source (einstein.sourceforge.net). Tento software mimo jiné obsahuje průvodce auditem včetně potřebné metodologie, nástroje pro kontrolu konzistence získaných dat, automatický návrh systémů pro výměnu tepla atd.

Praktické využití programu v reálných provozech zůstává otázkou. Přináší program opravdu něco nového a zefektivňuje činnost auditorů? Je program dostatečně univerzální pro všechny druhy průmyslových procesů? Jsou závěry programu relevantní? Poskytuje software dostatečný uživatelský komfort? Závěry bakalářské práce, která představí a zhodnotí využitelnost programu EINSTEIN, budou jistě oceněny všemi odborníky v oblasti nakládání s energiemi, kteří uvažují o využití programu, případně obdobný program ke své práci shánějí. Práce bude zároveň podkladem pro plánování dalších výzkumných činností Laboratoře energeticky náročných procesů.

Důležitá poznámka:

Veškeré další informace a upřesnění údajů včetně grafických interpretací naleznete na webových stránkách <http://www.upei.fme.vutbr.cz/studium/temata-bakalarskych-praci-2014-2015> nebo přímo u garanta zadání, který Vám vše rád osobně vysvětlí.

Cíle bakalářské práce:

1. Zpracovat stručný teoretický úvod do energetických auditů a přiblížit jejich význam.
2. Popsat program EINSTEIN včetně jeho jednotlivých funkcí a nástrojů.
3. Otestovat a zhodnotit program EINSTEIN, posoudit jeho využitelnost pro audity v průmyslových provozech.

Seznam odborné literatury:

Webové stránky programu EINSTEIN <einstein.sourceforge.net>.

THUMANN, Albert. Handbook of energy audits. 6th ed. Lilburn, Ga.: Fairmont Press, 2003, vii, 440 s. ISBN 08-817-3416-0.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Bobák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 24.11.2014

L.S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

Abstrakt:

Bakalářská práce se zaměřuje na využití programu EINSTEIN při vypracování energetického auditu.

Nejprve je popsána problematika energetického auditu a jeho procedura. V další části, jenž tvoří náplň bakalářské práce, jsou popsány jednotlivé kroky při vypracovávání auditu na procesu profesní údržby prádla, s využitím nástrojů programu. Program svojí metodologií a integrací množství funkcí, má za cíl být nápomocný auditorovi, a tak zkvalitnit a urychlit jeho práci. Na závěr je shrnutí postřehů a zkušenosti při práci s programem, které ukáží možnosti využití programu. Práce je napsána ve slovenském jazyce.

Klíčová slova:

EINSTEIN tepelný audit, energetický audit, údržba prádla, spotřeba energie

Abstract:

Bachelor thesis focuses on application of EINSTEIN program in energy auditing.

First there is description of energy auditing procedure. The main part of the thesis describes auditing procedure of laundry care proces, by using tool-kits of the program. The methodology and integrated features of program, are intended to speed up work of auditor. Summary of experience during testing a program, show the possibilities of using the program. The thesis is written in slovak language.

Keywords:

EINSTEIN thermal audit, energy audit, laundry care, energy consumption

Bibliografická citácia

DADEJ, V. Energetické audity v programu EINSTEIN. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 44 s. Vedoucí bakalářské práce
Ing. Petr Bobák, Ph.D.

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som rád pod'akoval Ing. Petrovi Bobákovi, Ph.D. za odborné vedenie pri vypracovaní tejto práce. Tak isto chcem pod'akovať rodine a všetkým, ktorý ma podporovali pri bakalárskom štúdiu.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu "Energetické audity v programe EINSTEIN", vypracoval samostatne pod vedením Ing. Petra Bobáka, Ph.D. a uviedol v nej všetky použité literárne a iné odborné zdroje v súlade s právnymi predpismi, vnútornými predpismi Vysokého učení technického v Brne.

V Brne, dňa 30. mája 2015.

.....

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV	2
1 ÚVOD.....	3
2 ENERGETICKÝ AUDIT	5
3 PROGRAM EINSTEIN	7
3.1 METODOLÓGIA.....	7
3.2 INTEGROVANÝ PRÍSTUP K ENERGETICKÝM AUDITOM	8
3.3 HLAVNÉ VÝHODY PROGRAMU	8
4 SOFTWARE NÁSTROJE.....	9
4.1 UŽÍVATEĽSKÉ PROSTREDIE	9
4.2 ZBER A SPRACOVANIE ÚDAJOV.....	10
4.2.1 TVORBA VLASTNÉHO AUDITU	11
4.2.2 KONTROLA ÚDAJOV	13
4.2.3 VYHODNOTENIE DÁT	13
4.3 VYTVÁRANIE NOVÉHO NÁVRHU	14
4.3.1 APLIKÁCIA PROGRAMU NA REÁLNOH MODELH PROFESNEH ÚDRŽBY PRÁDLA	14
4.3.2 VÝPOČET STRÁT POTRUBIA.....	17
4.3.3 TVORBA NÁVRHU VARIANT	18
4.4 VYHODNOTENIE PARAMETROV NOVÉHO NÁVRHU.....	20
4.4.1 HODNOTENIE NÁKLADOV NÁVRHOV	20
4.4.2 POROVNÁVACIE ŠTÚDIE	20
4.5 VYTVÁRANIE SPRÁV PRE PREZENTÁCIU NOVÉHO NÁVRHU.....	22
5 SKÚSENOSTI S PROGRAMOM.....	23
6 ZÁVER	24
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	25
ZOZNAM PRÍLOH.....	27

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV

Dolné indexy

SP	suché prádlo
H ₂ O	voda

Symboly veličin

m	hmotnosť	[kg]
t	teplota	[°C]
c	merná tepelná kapacita	[kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
Q	teplo	[J]

1 ÚVOD

Ropné šoky z minulosti, neustály rast cien energii, nedostatok energetických zdrojov v Európe ale aj zvyšovanie produkcie skleníkových plynov, upriamuje pozornosť Európskej únie na možnosti šetrenia energii. Prijatím Kjótskeho protokolu sa v oblasti energetickej účinnosti EÚ zaviazala znížiť spotrebu primárnej energie o 20% do roku 2020, v porovnaní s hodnotami z roku 1999 [1].

Európska únia sa snaží podporov rôznych projektov, iniciovať inteligentné nakladanie s energiami. Zlepšovanie energetickej účinnosti v priemysle mnohokrát viazne na nedostatku informácii. Možnosti využitia najnovších dostupných technológií, ale aj ich hospodárska a finančná návratnosť. Chýbajúca odborná pripravenosť, v kombinácii s nechúťou podstupovať riziko zavádzaním nových technológií a technik, neochota financovať úsporne technológie sú taktiež prekážkou, pri dosahovaní energetickej účinnosti, ku ktorej sa zaviazala Európska únia [2].

K energetickým úsporám prispieva aj energetický audit. Analýzou spotreby energie a návrhom opatrení a ich realizácie, vedie mnoho krát k značným energetickým a finančným úsporám. Energetický audit vykonávajú certifikovaný auditory. Často krát ide o zdĺhavý a výpočtovo náročný proces.

Pokrok informačných technológií umožnilo ich úspešnú implementáciu aj do energetických auditov, ktorým, má sofistikovaný počítačový program skvalitniť a urýchliť prácu auditora. Moderné počítačové programy dokážu dostatočne presne simulovať procesy priemyselnej výroby. Svojou univerzálnosťou a komplexnosťou umožňujú zohľadniť množstvo ovplyvňujúcich faktorov a tak poskytujú ucelený obraz modelu a možnosti pri riešení problému.

Jedným z týchto moderných počítačových programov je aj program EINSTEIN iniciovaný z projektov EÚ, ktorý svojimi funkciami a nástrojmi tento komfort sľubuje. Program nie je hardwarovo náročný a myšlienka open-source umožňuje zadarmo stiahnuť a používať každému kto sa zaujíma o úspory energie. Na základe vstupných dát o procese umožňuje vypočítať energetické toky naprieč celou priemyselnou prevádzkou. Nástrojmi obsiahnutými v programe je schopný automaticky vypracovať energetický audit s návrhmi na zníženie dodávky tepelnej energie, zahrnutím ekonomických aj ekologických dopadov. Užívateľ tak má možnosť porovnať navzájom navrhované alternatívy a správne sa rozhodnúť, ktorá technológia je najvhodnejšia.

Bakalárska práca je zameraná na vypracovanie energetického auditu pomocou programu EINSTEIN s využitím jeho nástrojov a funkcií. Aplikácia v reálnom priemyselnom proxezumožní bližší pohľad na vhodnosť a potenciál využitia programu.

Štruktúra kapitol zodpovedá procedúre energetického auditu.

Prvá kapitola obsahuje stručný popis problematiky energetických auditov. Približuje ich prínos a význam.

V druhej kapitole je rozobraná charakteristika programu, metodológia, hlavné výhody a čo všetko v sebe program integruje.

Obsah tretej kapitoly popisuje užívateľské prostredie a softwarové nástroje programu. Pre ilustráciu vytvorenia modelu priemyselnej prevádzky, je vypracovaný jednoduchý model ohrevu vody, kde sú spomenuté všetky kroky a postupy pri vytváraní auditu programom. Na modely reálnej prevádzky profesnej údržby prádla, je vyhodnotená súčasná spotreba energií. Pre potrebu autora sú spracované výpočty strát potrubného systému. V programe, sú vypracované ilustračné alternatívne návrhy pre prevádzku údržby prádla a následne ukážka niektorých porovnávacích štúdií.

Vo štvrtej kapitole je zhrnutie postrehov a problémov, s ktorými je možné sa stretnúť pri práci s programom.

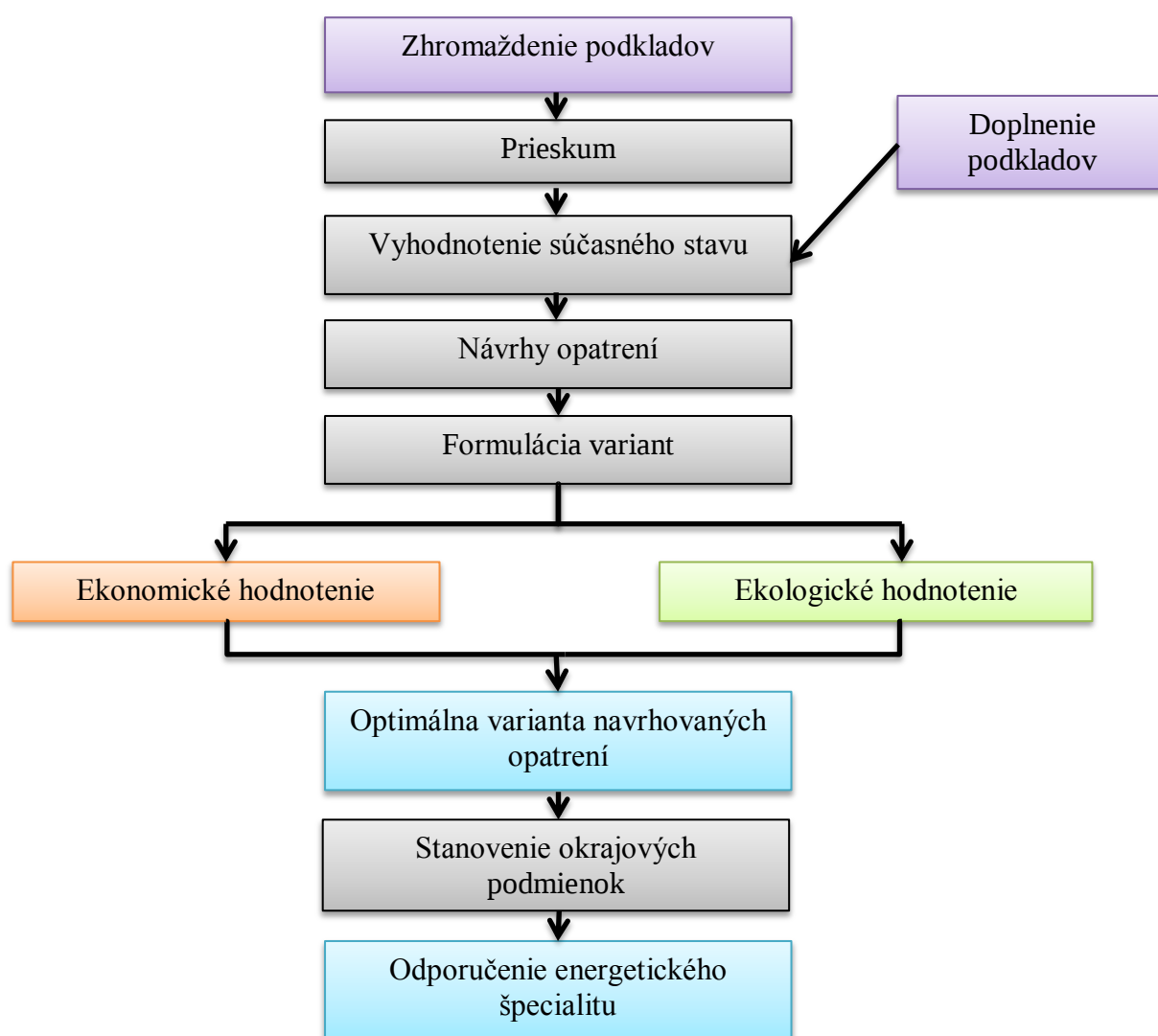
Piata kapitola pojednáva o dosiahnutých záveroch a zhodnotenie použiteľnosti programu.

2 ENERGETICKÝ AUDIT

Energetického audit sa zameriava na analýzu spotreby energie a návrh súborov opatrení, ktorých realizácia vedie k energetickým a finančným úsporám [15].

*„Energetický audit je písomná správa obsahujúca informácie o existujúcej alebo predpokladanej úrovni využívania energie v budovách, v energetickom hospodárstve, v priemyselnom postupe a energetických službách s popisom a stanovením technicky, ekologicky a ekonomicky efektívnych návrhov na zvýšenie úspor energie alebo zvýšenia energetickej účinnosti vrátane odporúčaní k realizácii.“*¹ (Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodárení s energii [3]).

Schéma na obrázku obr. 2.1 popisuje postup pri vypracovaní energetického auditu.



Obr. 2.1 Schéma systematického postupu energetického auditu [4]

¹§2, písm. n) Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodárení s energii

Obsah Energetického auditu upravuje vyhláška č.480/2012 Sb. o energetickom audite a energetickom posudku §3. Stanovuje všetky náležitosti auditu po obsahovej stránke. Povinnosť spracovať audit na budovách alebo energetických hospodárstvach ktoré prekračuje hranice celkovej ročnej energetickej spotreby ustanovené zákonom č. 406/2000 Sb., o hospodárení energií a zákona v novelizovanom znení č. 177/2006 Sb.

Hlavné prínosy ktoré by sa mali očakávať od energetického auditu sú [4]

- kvalitný výstup s návrhom konkrétnych opatrení,
- záver auditu ma mať charakter odporúčania auditora s kombináciou a požiadaviek prevádzkovateľa objektu,
- navrhované opatrenia by mali byť rozdelené podľa ekonomickej náročnosti a ich realizácie (bez nákladové, nízko nákladové, vysoko nákladové),
- opatrenia načrtnuté auditom by mali týkať všetkých energetických systémov a nie prvoplánovej ukazovať na najvýraznejšie energetické problémy,
- vyčíslenie reálnej ekonomickej návratnosť investície za opatrenia, ktoré energetický audit navrhuje.

Kvalitne vypracovaný energetický audit vedie takmer v sto percentách prípadov k energetickým úsporám. Vypracovanie auditu nie je lacnou záležitosťou. Keď už je zo zákona táto povinnosť nariadená, mal by zadávateľ od spracovateľa vyžadovať kvalitný výstup [13].

Navrhnuté opatrenia môžu byť často aj bez nákladová. Typickým príkladom môže byť správne nastavenie už existujúcej automatickej regulácie, alebo posúdenie vhodnosti existujúcej sadzby odberu elektrickej energie. Podobné opatrenia môžu náklady na vypracovanie energetického auditu zaplatiť už vo veľmi krátkej dobe [6].

Ďalším prínosom energetického auditu je stanovenie koncepcie pre budúce investície do energetického hospodárstva, ktorá je výsledkom posúdenia niekoľkých variantov. Tým je daný predpoklad, že vynaložené investície budú smerované naozaj účelne. Energetický audit je jednou z podmienok na získanie dotácii [5].

Investovať do úsporných opatrení je možné bez rizika formou projektu EPC (energy performance contracting). V branži sa to prekladá ako energetické služby zo zárukou. Prvotné náklady spojené s realizáciou energetických úspor znáša firma poskytujúca energetické služby. Táto investícia je splácaná z úspor za energie a tak spotrebiteľ nemusí vyčleňovať mimoriadne financie. Realizačná firma zabezpečuje, návrh projektu, realizáciu, pravidelnú údržbu, meranie a vyhodnocovanie dosiahnutých úspor, a samozrejme ručí za dosiahnutie výsledkov z energetických úspor. Inak firma zaplatí to čoho malo byť dosiahnuté [4] [7].

3 PROGRAM EINSTEIN

EINSTEIN je skratka z anglického Expert system for an INtelligent Supply of Thermal Energy in INdustry. V preklade expertný systém pre inteligentnú dodávku tepelnej energie v priemysle. Program bol vyvíjaný od roku 2007 spoluprácou viac než 20 inštitúcií a podnikov v rámci Európskych projektov pre dosiahnutie zvýšenia efektivity využívania energie, EINSTEIN(2007-2009) a EINSTEIN-II (2010-2012). Úlohou je propagácia a implementácia integrovaných energeticky efektívnych riešení na dodávku tepelnej energie v priemysle ale aj v iných oblastiach.

Hlavná internetová stránka projektu je dostupná na adrese <http://www.einstein-energy.net>. V súčasnosti je však neprebíha žiadny projekt na ďalší rozvoj programu. A všetky aktivity spojené s programom sú v útlme.

EINSTEIN program, ktorí na myšlienke open-source software, záujemcom o úsporu energie umožňuje zadarmo stiahnuť zo stránok projektu (www.sourceforge.net/projects/einstein) a používať všetky nástroje. Taktiež umožňuje voľne modifikovať súčasti programu čo sa osvedčilo pri open-source softwaroch ako dobrá voľba ako zabezpečiť rozvoj programu. Posledná verzia programu je vo verzii 2.2.

Snaha sprístupniť EINSTEIN každému je veľkou výhodou v malých podnikoch ktoré na rozsiahly energetický audit nemajú vyčlenené finančné prostriedky. Rozsiahla dokumentácia dostupná na stránkach projektu poskytuje všetky informácie o metodológii programu. Príručka auditu sprevádza krok po kroku audítora a tak aj priemerne vzdelaný technik zvládne vypracovať v programe kvalitný energetický audit.

3.1 METODOLÓGIA

Metodológia tepelného auditu EINSTEIN má za cieľ eliminovať prekážky pri zlepšovaní účinnosti a prispieť k širšiemu uplatneniu integrovaných, energeticky účinných, riešení dodávok tepelnej energie [12] [11].

Niektoré z prekážok na ceste k zlepšovaniu energetickej účinnosti sú:

- nedostatok vedomostí v podnikoch o možných energeticky úsporných riešeniach,
- náklady na energiu, nie sú v podnikoch najvyššou prioritou. Investície do energie konkurujú investíciám do zdokonalenia výroby a to vedie to k situácií, keď investície do úspor energie sa neurobia, aj napriek tomu že, sú samy o sebe ekonomické,
- vo väčšine priemyselných podnikov nevnímajú energie ako samostatný problém, ale ako súčasť problémov spojených s výrobou, ako sú výrobné náklady, ochrana životného prostredia, bezpečnosť a produktivita [11].

Metodológia sa zameriava na priemyselné odvetvia, odberateľov, ktorí nemajú veľké požiadavky na tepelnú energiu, pri teplotných rozsahoch do 400 °C. Príklad niektorých aplikácií- potravinársky priemysel, chemický priemysel, papierenský priemysel a veľa ďalších priemyselných odvetví. Mimo odvetvie priemyslu napríklad, siete diaľkového vykurovania a chladenia, inštalácie spotrebúvajúce tepelnú energiu atď. [11] [10]

3.2 INTEGROVANÝ PRÍSTUP K ENERGETICKÝM AUDITOM

Program EINSTEINU umožňuje integrovaný prístup k energetickej účinnosti ktorý kombinuje

- zníženie energetickej náročnosti pomocou optimalizácie výrobného procesu a pomocou aplikácie konkurencieschopných, energeticky menej náročných technológií,
- opatrenia na zvýšenie energetickej účinnosti a integráciu výrobného procesu,
- inteligentnú kombináciu dostupných technológií vyhrievania a chladenia, vrátane obnoviteľných energií [11].

Program obsahuje databázy dostupných technológií ako sú, účinné ohrievače a horáky, kongeneračné jednotky a tepelné čerpadlá, spolu sú s popisom zariadení a technickými parametrami priamo od výrobcov. Taktiež obsahuje informácie o možnostiach využitia obnoviteľných zdrojov a to biomasy a solárnej energie [10].

3.3 HLAVNÉ VÝHODY PROGRAMU

V mnohých prípadoch pri vypracovávaní auditu v malých podnikoch je k dispozícii informácia o skutočnej spotrebe energie len z účtov za energie. Spotreba energie v jednotlivých procesoch a subprocessoch je buď odhadnutá alebo sa určí časovo náročným procesom meraní.

Hlavné výhody súpravy nástrojov EINSTEIN sú:

- štandardizácia problému - zber údajov, ako aj vytvorenie návrhu sa vykonávajú s použitím štandardizovaných modelov priemyselnej prevádzky, ktoré ľahko aplikovať v rôznych priemyselných odvetviach,
- výpočty “nanečisto” - program zahŕňa pomôcku pre odhad a kalkuláciu nedostupných, ale nevyhnutných údajov o potrebe tepla, pomocou vnútornej krížovej kontroly údajov minimálne vo fáze predbežného návrhu,
- poloautomatizované procedúry auditu a vytvárania návrhu. Program obsahuje databázy údajov, napríklad obsahujúce technické parametre štandardných súčastí a pomôcky pre vykonanie rozhodnutí. Správa auditu sa taktiež automaticky generujú pomocou softvérového,
- predkladanie údajov pomocou webu alebo pomocou krátkych dotazníkov. Tento dotazník je možné tiež posúdiť prostredníctvom webovej stránky pre diaľkový vklad údajov [11].

4 SOFTWAREVÉ NÁSTROJE

Softvérové nástroje ktoré obsahuje program zahŕňa nasledujúce moduly:

- Blok zberu a spracovania údajov (podkapitola 4.2),
- Blok pre vytváranie nového návrhu (podkapitola 4.3),
- Blok pre vyhodnotenie parametrov nového návrhu (podkapitola 4.4),
- Blok na vytváranie správ pre prezentáciu nového návrhu (podkapitola 4.5).

Expertný systém sprevádza audítora cez všetky rozhodnutia, ktoré je potrebné spraviť prostredníctvom menu s nariadeniami, odporúčaniami najlepších možností, z ktorých sa dá vybrať, atď. Pomáha to, spolu s príručkou pre audit tepelnej energie, s odporúčaniami a najlepšimi skúsenosťami, sprístupniť tento softvérový nástroj tiež pre používateľov, ktorí nie sú expertmi [11].

4.1 UŽÍVATEĽSKÉ PROSTREDIE

Užívateľské prostredie programu na obr. 4.1, je veľmi prehľadné, moderne designovo spracované a počas práce sa rozloženie panelov nemení. Ovládanie je užívateľský prístupne a intuitívne. Program je primárne v angličtine a umožňuje vybrať si jazyk programu z 11 jazykov, avšak niektoré časti programu nie sú úplne preložené.

Na hornej lište sa nachádzajú záložky ktoré skrývajú možnosti ako sú vytvorenie nového projektu, export dát, úpravu informácií databázy programu, zmenu jednotkového systému, nastavenia veľkosti písma, odkazy na dokumentáciu atď.

Informačná lišta zobrazuje aktuálny názov projektu, vybranú alternatívu a úroveň asistencie návrhu.

Na ľavej strane je zobrazený strom obsahujúci jednotlivé nástrojové bloky .



Obr. 4.1 Hlavné okno programu

4.2 ZBER A SPRACOVANIE ÚDAJOV

Zber údajov je väčšinou založený na krátkom dotazníku. Ten je možné importovať priamo do programu alebo zadávať hodnoty ručne.

Blok obsahuje sekcie v ktorých je možné detailne charakterizovať všetky parametre premyslenej prevádzky a tak zahrnúť čo najviac informácií pre výpočty spojené s auditom.

Sekcie bloku obsahujú:

- Všeobecné údaje o prevádzke (informácie o podniku ekonomické a štatistické údaje popis pracovných smien, informácie o výrobkoch, údaje o počasi),
- Spotreba energie (využívanie palív, spotreba a cena elektriny),
- Procesné dáta (informácie špecifikujúce výrobné procesy),
- Výroba tepla a chladu (zariadenia na výrobu tepla a chladu),
- Distribúcia tepla a chladu (parametre potrubia),
- Rekuperácia tepla (údaje o možnostiach využitia odpadného tepla),
- Obnoviteľne zdroje energie (informácie o použitých obnoviteľných zdrojoch energie),
- Budovy (vykurovanie budov, možnosti využitia odpadného tepla na vykurovanie),
- Ekonomické údaje (údaje o ekonomickej situácii v regióne),
- Systémové spojenia (schéma znázorňujúca zapojenie všetkých elementov procesu),
- Kontrola konzistencie (modul určený k krížovej kontrole dát s možnosťou odhadnúť chýbajúce dáta).

4.2.1 Tvorba vlastného auditu

Pre ukážku základov pri tvorbe vlastného auditu je v programe spracovaný jednoduchý model ohrevu vody ľubovoľnými dátami. Pre popis procesu stačí vyplniť sekcie stromu *Procesné údaje*, *Výroba tepla a chladu* a *Distribúcia tepla a chladu*.

V lište so záložkami sa klikne na záložku *Súbor* a vyberie možnosť *Nový projekt*. Zobrazené menu obsahuje zoznam skôr vytvorených projektov spolu tlačidlami s prislúchajúcimi funkciami. Následne vyskočí dialógové okno, kde je potreba zadať názov projektu a potvrdiť tlačidlom OK obr. p1.2.

Po tomto kroku je projekt vytvorený a sprístupní sa strom s blokom zberu a spracovania dát. Kliknutie na jednotlivé záložky stromu zvýrazní sekciu pre ktorú sa dáta vyplňujú. Každá sekcia obsahuje vlastné okno kde do jednotlivých polí je možné vyplniť príslušné dáta. Pri každom polí uvedený stručný názov. Ponechaním myši v polí sa zobrazí dopĺňujúci popis.

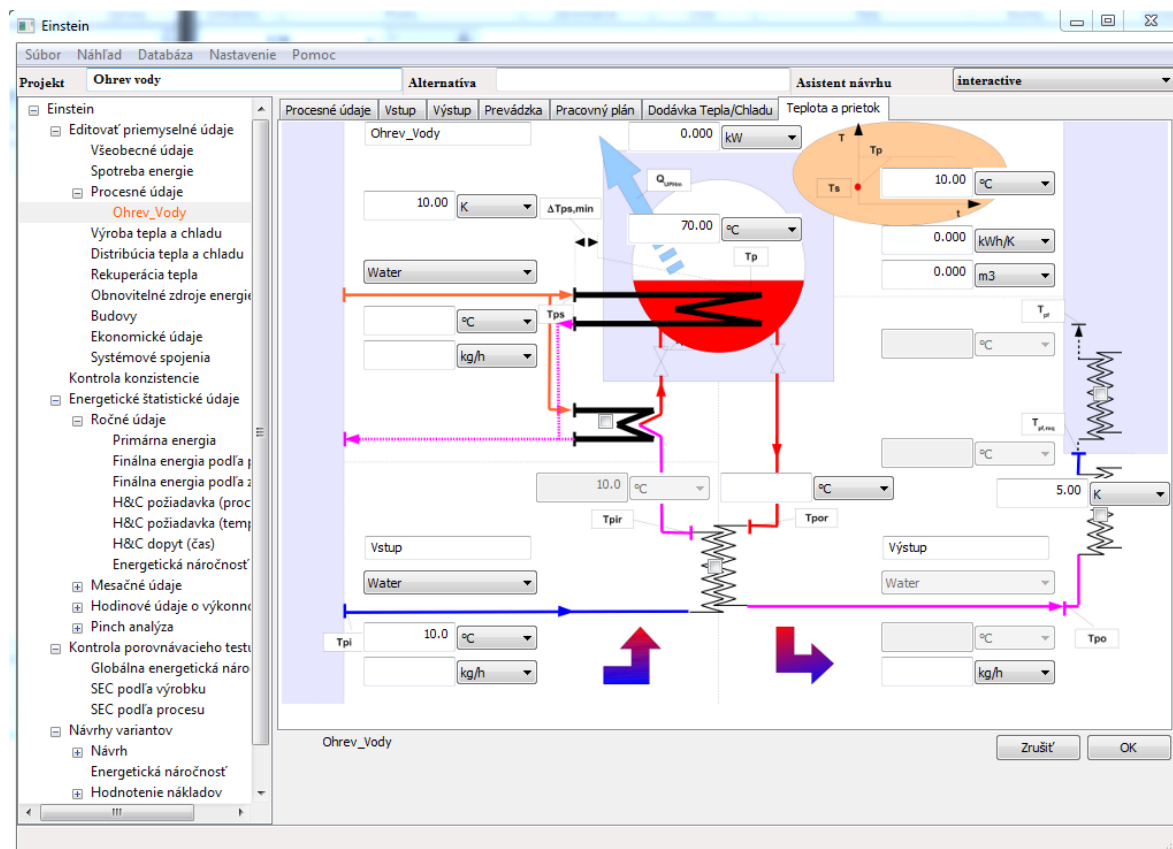
Pre model ohrevu vody je potrebné zadať nevyhnutné dáta procesu a zdroja tepla. Vstupné dáta sú v tabuľke tab. 4.1.

Ohrev vody				Parný kotol	
Hmotnosť média	m	10000	kg	Palivo	plyn
Počiatková teplota	t_1	10	°C	Účinnosť	80%
Finálna teplota	t_2	70	°C		
Počet cyklov		1			
Trvanie cyklu		10	h		
Počet dní v prevádzke		1	deň		
Merná tepelná kapacita vody [18]		4,181	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹		

Tab. 4.1 Vstupné dáta pre ukážku tvorby auditu

Kliknutím v strome na sekciu *Procesné údaje*, kde je možné vytvoriť ľubovoľné procesy a do príslušných polí vyplniť vstupné dáta obr. p1.2. Proces je prerušovaný takže sa nastaví *typ procesu* dávka a *typ operácie* ohrievanie. Pre správny výpočet je dôležité zadať dáta štartu procesu. Niektoré dáta musia byť vyplnené nulou pretože ovplyvňujú výpočet. Viac dokumentácia programu EINSTEIN. Postupne sa prechádza záložkami *Vstup*, *Výstup*, *Prevádzka*, *Pracovný plán*, *Dodávka Tepla/Chladu*, *Teplota a prietok* a dopĺňujú známe dáta. Obrázky okna programu s vyplnenými dátami sú obrázky, obr. p1.3, obr. p1.4, obr. p1.5, obr. p1.6, obr. p1.7 a obr. 4.2.

Záložka *Teplota a prietok* má zároveň informačný charakter, kde v okne na ilustrovanom štandardizovanom obrázku, znázorňuje jednotlivé dáta procesu. Obrázok tak ponúka prehľadný súhrn známych aj neznámych dát obr. 4.2.



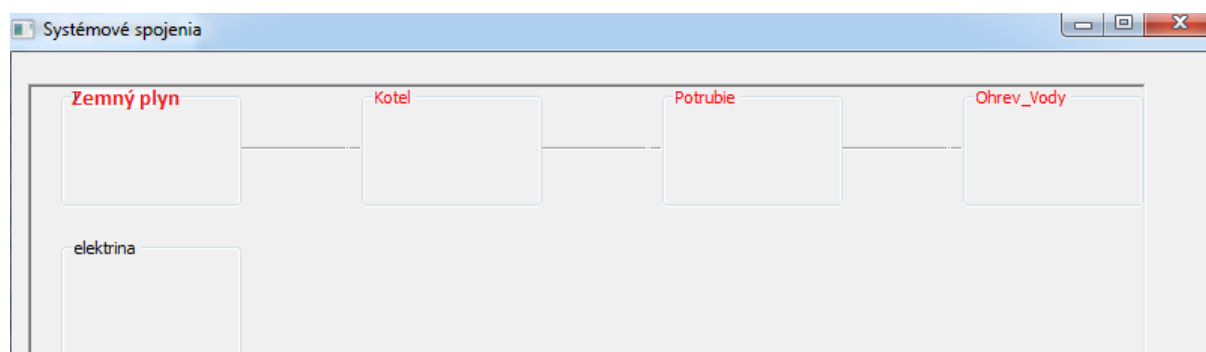
Obr. 4.2 Okno programu pri zadávaní dát procesu ohrevu vody- záložka Teplota a prietok

V strome, sekcii *Výroba tepla a chladu* sa vyplňajú dáta o zariadeniach, ktoré produkujú teplo a chlad pre proces. V jednotlivých záložkách sekcie je možné vytvoriť ľubovoľne množstvo zariadení a ďalej špecifikovať vlastnosti, palivo, parametre a distribučné potrubie. Zadané dáta v jednotlivých záložkách sú na obrázkoch obr. p1.8, obr. p1.9, obr. p1.10, obr. p1.11 a obr. p1.12.

Posledná dôležitá sekcia je distribúcia tepla a chladu. Sekcia umožňuje vytvoriť potrubný systém, ktorý distribuuje teplo a chlad od zariadení k procesom. V záložke *Distribúcia*, sa definuje *Názov potrubia*, pole *Cirkulačný pomer* (100%), pole *Celkový koeficient tepelných strát na rozvodoch* (0 kW/K) a *distribučné médium* (water- voda). To zabezpečí uzatvorený okruh a zamedzí tepelným stratám potrubia. Záložka *Grafický vstup* prehľadne ilustruje zadané dáta. Zadané dáta v jednotlivých záložkách sú na obrázkoch obr. p1.13 a obr. p1.14.

Na záver, je potrebné vytvorené potrubie priradiť zariadeniu produkujúce teplo a procesu ktoré odoberá teplo. V sekcii *Výroba tepla a chladu*, záložka *Zdroj tepla*, pole *Teplo alebo chlad privádzane do potrubia*, ukážka je na obrázku obr. p1.10. V sekcii *Procesné údaje*, *názov procesu*, záložka *Dodávka Tepla/Chladu* pole *Teplo dodané do procesu z distribučnej siete*, ukážka je na obr. p1.7.

V sekcii *Systémové spojenie*, je možné skontrolovať správnosť zoradenia všetkých prvkov (palivo, zariadenie, potrubie, proces). Ukážka je na obrázku obr. 4.3.



Obr. 4.3 Obrázok systémových spojení

4.2.2 Kontrola údajov

Sekcia *Kontrola údajov* umožňuje prekontrolovať dáta „krízovou“ kontrolou. To znamená, že program skontroluje konzistentnosť dát, upozorní na dáta ktoré navzájom nesúhlasia a chýbajúce dáta doplní s ohľadom na vstupné dáta. Na konflikt dát program upozorní a nevyhnutné, chýbajúce dáta vyzve doplniť. V tomto prípade ponúka možnosť dát odhadnúť. Odhad dát ale umožňuje upraviť užívateľom zadané dáta. Ako prvý krok, stlačením tlačidla *základná kontrola*, prebehne predbežný výpočet. Program informuje s akou chybou počítal a vypíše oznam. Viz spodná strana obrázka obr. p1.15. Na obrázku je možné vidieť okno programu sekcie *Kontrola údajov*. V zozname nepresných údajov je bližší popis konfliktných dát. V tomto prípade ide o informácie týkajúce sa nákladov spojených s výrobou tepla a chladu a chýbajúci údaj o cene megawathodiny elektriny. Kliknutím na popis chyby, program presmeruje užívateľa hneď na príslušnú sekciu, kde možné údaj doplniť a tak dosiahnuť úplnosť dát. Ak dáta nie sú zadané, program obsahuje vlastné preddefinované dáta s ktorými neskôr počíta. Jedná sa o dáta potrebné pri návrhoch alternatív a ekonomických analýzach.

Potvrdením tlačidlom OK, potvrdí užívateľ dáta a ukončuje zber dát a ich možnosť úpravy. Po tomto kroku sa projekt tvorby auditu preklápa do fázy vyhodnotenia štatistik a tvorby návrhov. V informačnej lište v poli *Alternatíva* sa zobrazí nápis *Aktuálny stav (skontrolovaný)*. V tomto stave je možné preklikaním si jednotlivých sekcií preveriť aké dáta si program dopočítal sám, tak aby nevznikol konflikt s dátami, užívateľom zadanými. Ďalšia možnosť úpravy dát je možná len prechodom do predošlého stavu. V panely záložiek, záložka *Náhľad* a kliknutie na prvé pole, ktoré žiaľ nemá nápis. Ukážka je na obrázku obr. p1.16.

4.2.3 Vyhodnotenie dát

Po potvrdení údajov, program vyhodnotí dáta a spracuje energetické štatistické údaje. Sprístupnia sa sekcie obsahujúce grafy, ktoré spracúvajú údaje o spotrebe primárnej energie, tepla podľa zariadení, grafy dodaného tepla na jednotlivé procesy atď.

Teplo dodané pre ohrev vody, ktoré vypočítal program sa overí jednoduchým výpočtom použitím kalorimetrickej rovnice (1).

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) , \quad (1)$$

kde Q je dodané teplo (kJ),

m je hmotnosť vody (kg),

c je merná tepelná kapacita vody ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

t_1 je teplota vody pred ohrievaním ($^{\circ}\text{C}$),

t_2 je finálna teplota ohrevu vody ($^{\circ}\text{C}$).

Po dosadení dát z tabuľky tab. 4.1 do vzťahu (1),

$$Q = 100\,000 \cdot 4,181 \cdot (70 - 10) = 25,08 \text{ GJ} \approx 6,97 \text{ MWh}$$

Program vypočítal hodnotu dodaného tepla 6,98 MWh. Ukážka je na obr. p1.17. Hodnota sa líši kvôli zaokrúhľovaniu programom a fyzikálnym vlastnostiam vody, ktoré sú v databáze programu zapísane. (Napríklad pre tepelnú kapacitu vody, program používa hodnotu $4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$). Tieto dáta je možné meniť, prípadne pridávať vlastné médiá. V lište záložiek *Databáza* výberom položky *Kvapaliny*.

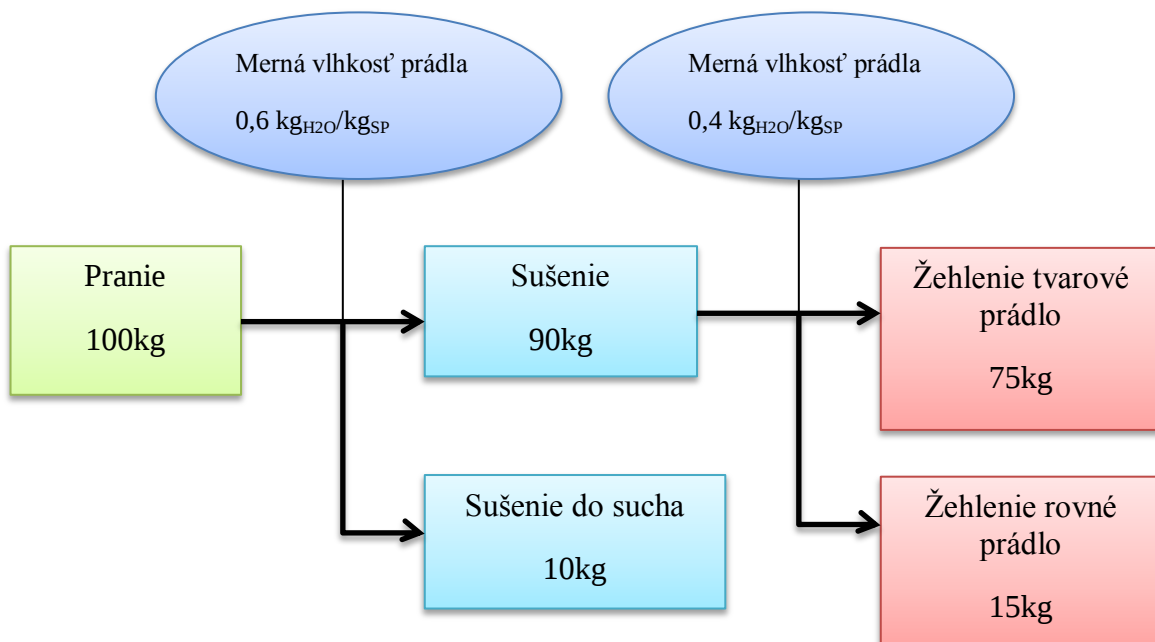
Pre kontrolu výkonu plynového kotla, ktorý ohreje dané množstvo vody za 10 hodinu je 698,3 kW. Ukážka dopočítaného výkonu programom je na obr. p1.18.

4.3 VYTVÁRANIE NOVÉHO NÁVRHU

Pre ukážku vytvorenia návrhu je použitý reálny model priemyselného spracovania prádla. Na modely prebieha výskumná činnosť v laboratóriách NETME Centre na VUT v Brne. Vstupné dáta sú prevzaté z výsledkov výskumnej činnosti vedúceho práce [14].

4.3.1 Aplikácia programu na reálnom modeli profesnej údržby prádla

Spracovanie prádla pozostáva z procesov prania, sušenia, sušenia do sucha, žehlenia tvarového a žehlenie rovného prádla. Prádlo obsahuje tvarové, froté a rovné prádlo. Spracúva sa po 100 kg várkach. Tok prádla je znázornený v schéme na obr. 4.4.



obr. 4.4 Schéma toku prádla

Jednotlivé vstupné dáta a popis dejov pre procesy spracúvajúce prádlo sú uvedené v tab. p2.1 [14].

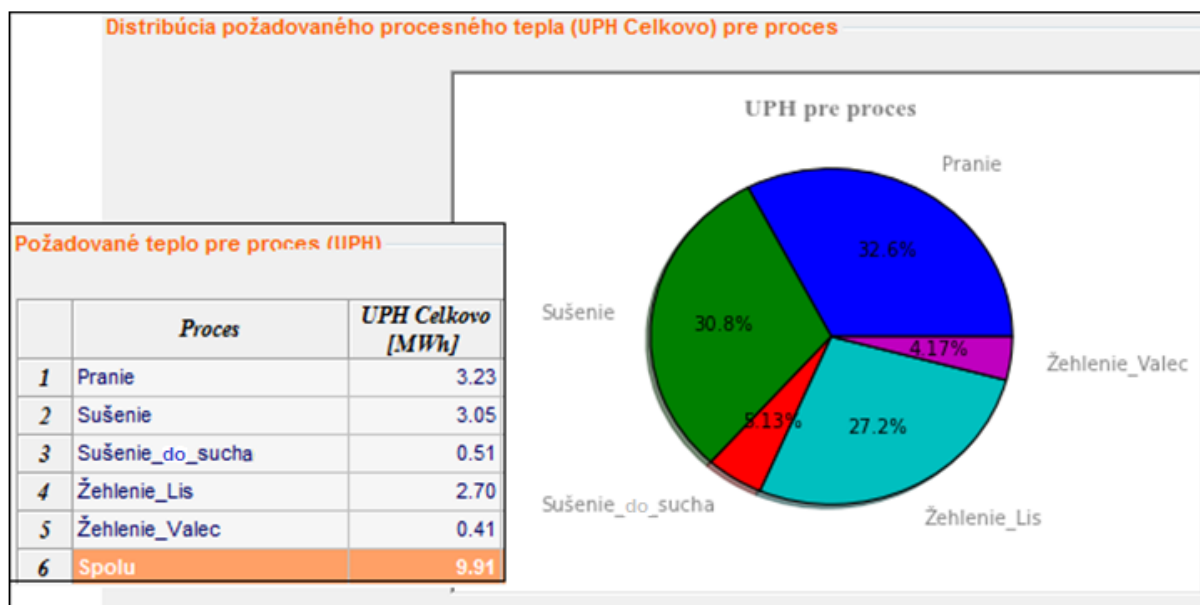
Proces prania sa odohráva v práčke, proces sušenia v sušičke, proces žehlenia tvarového prádla na žehliacom lise, proces žehlenia rovného prádla na valcovom žehliči. Práčka, sušička a žehliaci lis zásobuje parou parný kotol, ktorého parametre sú v tabuľkách tab. p2.2 a tab. p2.2.tab. p2.2 parametre parného kotla [16]

Valcový žehlič má vlastný plynový ohrev. Prepojenia celého systému sú na obr. 4.6. Spracovanie prádla prebieha v obmedzenom režime, približne 13 h za deň a 53 dní v roku, v rámci výskumnej činnosti. Dáta o spotrebe energii jednotlivých procesov sú v tabuľke tab. p2.3 [14].

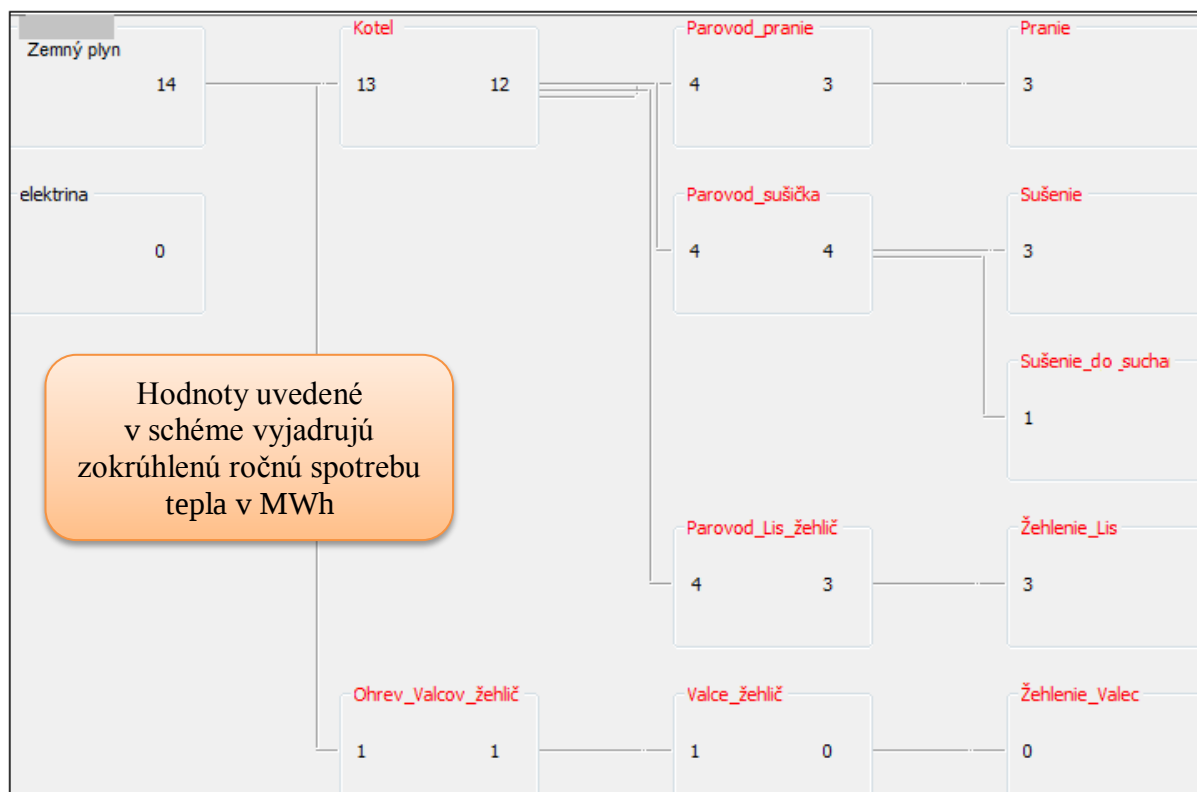
Po vložení uvedených vstupných dát v tabuľkách tab. p2.1, tab. p2.2, do príslušných polí obdobným postupom spracovaným v kapitole 4.2, program vyhodnotí súčasný stav. Čo sa týka potrubného systému vedenia tepla, EINSTEIN neumožňuje presne špecifikovať parametre a logiku potrubia preto bolo v programe nastavené parametre potrubia približne tak, aby súhlasilo s vypočítanými hodnotami strát potrubia. Problematika získania údajov o stratách na potrubí je spracovaná v podkapitole 4.2.3. Dáta o spotrebe plynu neboli dostupné a tak neumožnili spätnú kontrolu výsledkov programu.

Kontrolou údajov a potvrdením dopočítaných výsledkov, EINSTEIN vyhodnotí súčasný stav.

Distribúcia požadovaného procesného tepla a celková spotreba tepla za rok je uvedené na obrázku obr. 4.5 bližšia ukážka okna programu je na obrázku obr. p1.17. Systémové prepojenia spracovania prádla sú na obrázku obr. 4.6.



Obr. 4.5 Vyhodnotenie požiadaviek tepla pre procesy



Obr. 4.6 Okno programu Systémové prepojenia spracovania prádla

Súhrne hodnoty o spotrebe tepla a elektrickej energie sú uvedené v tabuľke tab. 4.2.

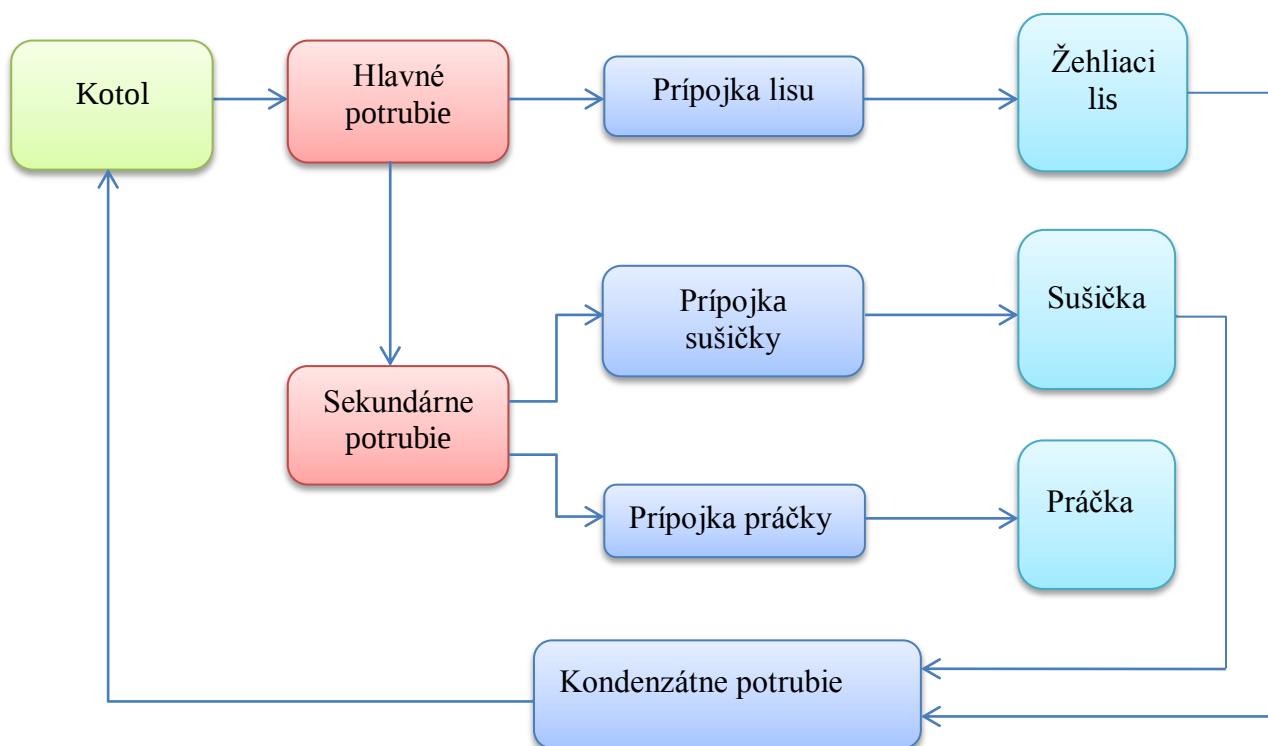
Spotreba tepla procesmi	9,91	MWh
Stráty na potrubí	2,73	MWh
Celková spotreba tepla	12,64	MWh
Spotreba zemného plynu	≈ 14	MWh
Spotreba elektrickej energie	≈ 0,2	MWh

Tab. 4.2 Súhrn spotrieb energií

4.3.2 Výpočet strát potrubia

Údaj o stratách v potrubí nebol známy preto sa straty v potrubí vypočítali s dát odmeraných priamo v laboratóriu kde prebieha skúmaný proces spracovania prádla. Schéma na obrázku

obr. 4.7, popisuje vedenie pary naprieč celým procesom. Tok páry je znázornený šípkou, smerom od kotla cez potrubie až k zariadeniam, kde sa teplo pary odovzdáva. Od zariadení sa odvádza kondenzát a vedie naspäť do kotla. Potrubie je osadené rôznymi regulačnými prvkami ktorými je možné kontrolovať tok pary.



Obr. 4.7 Schéma potrubného systému

V prípade práčky je para spotrebovaná v procese, kým v prípade sušičky a žehliaceho lisu je kondenzát odvedený potrubím naspäť do kotla. Potrubím je distribuovaná para o tlaku 8 bar g a prípojkou žehliaceho lisu, para o tlaku 5 bar g. Potrubný systém sa skladá z trúbiek rôznych priemerov a hrúbka steny izolácie je rovnaká ako priemer trubky. Jednotlivé parametre pre parovodné a kondenzátne potrubia sú uvedené v tabuľkách tab. p2.5 a tab. p2.6.

Samotný výpočet bol realizovaný prostredníctvom kalkulačky, určenej na výpočet strát potrubia s izoláciou, dostupnej na stránkach tzb.info.cz [8]. Spolu s kalkulačkou je na stránke detailne spracovaná teória a algoritmus výpočtu strát potrubia. Vstupné dáta pre výpočet strát sú zapísané v tabuľke tab. p2.4.

Pri výpočtoch súčiniteľov prestupu tepla izolovaného potrubia sa zároveň kontroloval súlad, podľa vyhlášky č.193/2007 Sb. [9], ktorá stanovuje požiadavky účinnosti energie pri

rozvodu tepelnej energie. Uvádza maximálne prípustné hodnoty súčiniteľa prestupu tepla izolovaným potrubím, pre stanovené priemery izolovaného potrubia, čo priamo súvisí so stratami tepla potrubia (4). Nesúlad s vyhláškou znamená, že pri rozvodu tepelnej energie dochádza k väčším stratám ako udáva norma, a teda potreba zväčšiť hrúbku izolácie potrubia.

Priemery, dĺžky úsekov a tepelné straty na úsekoch parovodného a kondenzátneho potrubia sú zaznamenané v tabuľkách tab. p2.7 a tab. p2.8.

Pre výpočet celkových tepelných strát na potrubí je potrebné poznať celkovú dobu prevádzky. Potrubia je používané v závislosti na prebiehajúcom procese. Procesy nebežia súčasne, a celú dobu spracovania prádla a preto je vo výpočtoch zahrnutá možnosť otvorenia/uzatvorenia jednotlivých potrubí podľa potreby daného procesu. Prevádzka potrubia sa riadi týmito pravidlami:

- Hlavné potrubie je aktívne v čase prania, sušenia a žehlenia,
- Sekundárne potrubie je aktívne ak prebieha proces prania a sušenia,
- Prípojky k zariadeniam (práčka, sušička, žehliaci lis) sú aktívne len v čase procesu prania, sušenia alebo žehlenia,
- Kondenzátne potrubie je aktívne podľa pravidiel parovodného potrubia (z práčky sa kondenzát neodvádza).

Doba prevádzky zodpovedá počtu cyklov a časového nároku jednotlivého procesu. Celkové tepelné straty sú vypočítané ako tepelná strata úseku vynásobená dobou prevádzky. Hodnoty sú uvedené v tabuľke tab. 4.3.

Úsek		Hlavné potrubie	Sekundárne potrubie	Prípojka lisu	Prípojka sušičky	Prípojka práčky
Tepelné straty na parovodnom potrubí	W	2263,89	1019,31	117,63	221,88	194,10
Tepelné straty na kondenzátom potrubí	W	961,14	433,26	62,37	106,86	-
Súčet tepelných strát na potrubí	W	3225,03	1452,57	180,00	328,74	194,10
Doba prevádzky potrubia	h	13,00	5,00	11,00	2,33	2,66
Tepelné straty na potrubí za prevádzku	kWh	41,93	6,11	1,98	0,77	0,52
Celkové straty na potrubí za prevádzku (spracovanie 100kg prádla)		51,30 kWh				
Celkové straty na potrubí za rok (53 dni)		2718,80 kWh				
		2,72 MWh				

Tab. 4.3 Celkové tepelné straty potrubia za celú prevádzku

Tepelné straty na potrubí za celý rok prevádzky sú 2,72 MWh. Hodnota je teoretický vypočítaná v ktorých nie sú zahrnuté :

- rozdiely tepelných strát pri horizontálnom vedení potrubia.
- prítomnosť regulačných prvkov na potrubí, ktoré ovplyvňuje straty
- nedokonalosť izolácie, netesnosti, prerušovaná prevádzka, atď.

4.3.3 Tvorba návrhu variant

Pre návrh variant, EINTEIN umožňuje implementáciu moderných dostupných technológií na produkciu tepla, ktoré je možné kombinovať navzájom a tak relatívne v krátkom čase vypracovať veľa možnosti s ohľadom na požiadavky.

Sekcia *Návrhy variantov* obsahuje záložky v ktorých je možné ďalej špecifikovať rôzne faktory.

- Návrh (vytvorenie vlastného návrhu)
- Dodávka tepla a chladu (radenie a manažment zariadení produkujúce teplo)
- Rozvod tepla a chladu
- Energetickú náročnosť (energetická náročnosť prepočítaná na výrobky)

Návrh variant v bakalárskej práci slúži ako ilustrácia postupu vytvorenia návrhu v programe. Pre vhodnosť návrhu je dôležité zahrnúť mnoho faktorov. Treba zvážiť tepelný výkon nahradzujúcich zariadení vzhľadom na požiadavky procesov ako napríklad, prevádzková teplota, dostatočná dodávka tepla aj počas prerušovanej prevádzky, distribúcia tepla atď.

Ako možné alternatívy sú vytvorené 2 návrhy:

- implementácia solárnych kolektor,
- náhrada súčasného kotla.

Prvý návrh implementuje solárne kolektory spolu s súčasným parným kotlom, ktorý sa už proces spracovania prádla zásobuje teplom. Energetickú náročnosť, potrebné procesné teploty, prerušovanú prevádzku, dodávka tepla parou, obmedzenú prevádzku to všetko znemožňujú pokus o plnohodnotný návrh. Solárne systémy sa využívajú v priemysle hlavne v oblastiach kde sa využívajú teploty do 100 °C [17]. V návrhu sa uvažuje predpoklad, že dodávku potrebného tepla zabezpečia slnečné kolektory len pre nízko teplotne procesy a to je pranie a sušenie.

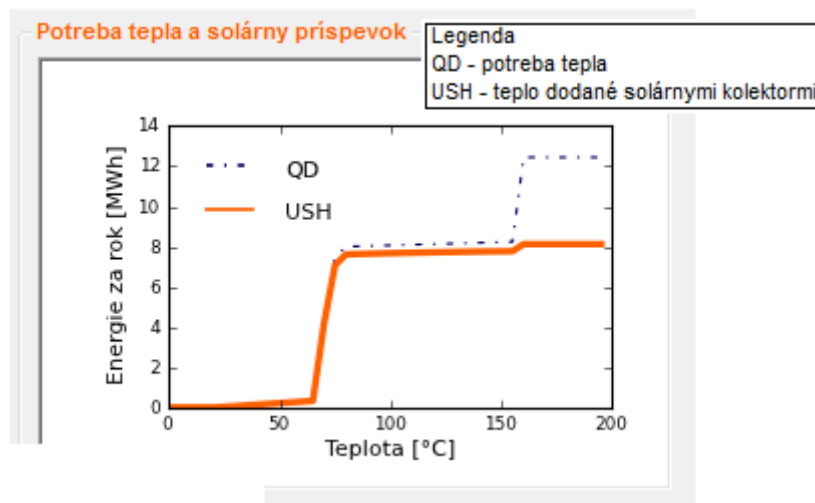
V strome v sekcii *Návrhy variantov*, v záložke *Návrh*, sa založí nový návrh, tlačidlom *vytvoriť nový návrh*. V rámci novovytvoreného návrhu je ďalej možné navrhnuť možnosti optimalizácie procesov nahľadnutím do databázy programu, kde sú bližšie špecifikované možnosti optimalizácie podľa druhu priemyselnej prevádzky. Ďalej možnosť pridávania systému výmenníkov tepla. V záložke *Dodávka H&C* (Dodávka tepla a chladu) sa vyberie príslušná technológia ukážka je na obr. p2.2. Pre ilustráciu sú použité slnečné vákuové kolektorové trubice, s cieľným solárnym podielom 50%, inštalovaným výkonom 200 kW a objemom vyrovnávacej nádrže 1 m³. Ďalej je potrebné v bloku *Zberu dát*, v sekcii *Všeobecné dáta*, záložka *Údaje o počasí* zadať informácie, o horizontálnom slnečnom svite ktorý pre zemepisnú polohu laboratória zodpovedá hodnote 1100 kWh/m²za rok [17]. Pri zadaní dostupných plôch vhodných pre montáž solárnych systémov je program schopný navrhnuť solárne riešenia automaticky.

Druhý návrh pozostáva s možnej náhrady za menej výkonný kotol, z dôvodu nevyužívania pôvodného kotla na plnú kapacitu a preto jeho reálna účinnosť je nízka. Pre pôvodný kotol sú použité katalógové dáta [16]. Náhradný kotol VAP-300, ktorý parametre obsahuje databáza programu má výkon 300 kW. Obdobným spôsobom ako u prvého návrhu sa vytvorí aj druhý návrh. Pre návrh je možné vytvoriť v databáze vlastne zariadenie.

Prepínanie medzi návrhmi je možný v *Lište záložiek programu*, záložka *Náhľad*.

Pre možnosti využitia ostatných technológií je potrebné vyplniť príslušné dáta a im odpovedajúce zmeny.

Ku príkladu je uvedený graf kde program vypočítal množstvo tepla v závislosti na teplotnej hladine, ktoré sú schopné pokryť solárne kolektory. Ukážka grafu na obr. 4.8.



Obr. 4.8 Graf Potrebného tepla a solárneho príspevku

Program EINSTEIN ponúka aj takzvaného auto pilota kedy, program automaticky vytvorí vhodné návrhy na základe, dát technológií obsiahnutých v databáze programu. Funkcia je prístupná z lišty záložiek *Súbor – Otvoriť projekt*, v okne tlačidlo *spustiť EINSTEIN audit*.

4.4 VYHODNOTENIE PARAMETROV NOVÉHO NÁVRHU

Program ponúka vyhodnotenie parametrov návrhov z ekonomického, ekologického dopadu a možnosť vzájomných porovnávacích štúdií.

4.4.1 Hodnotenie nákladov návrhov

V sekcii *Hodnotenia nákladov* je možné zahrnúť pre návrhy všetky parametre ekonomického charakteru. Celkové investície spojené s nákupom zariadenia, spolu so spojenými výdavkami na inštaláciu. Zohľadniť prímý s predaja vyradených zariadení, prevádzkové náklady, náklady na energie s ohľadom do budúci vývoj cien, jednorazové výdavky atď.

V bloku *Zber dát* v sekcii *Ekonomické údaje* je možné definovať ekonomické parametre ovplyvňujúce ekonomickú analýzu návrhov (inflácia, miera rastu cien energií, ekonomická amortizácia inštalácie, dotácie).

4.4.2 Porovnávacie štúdie

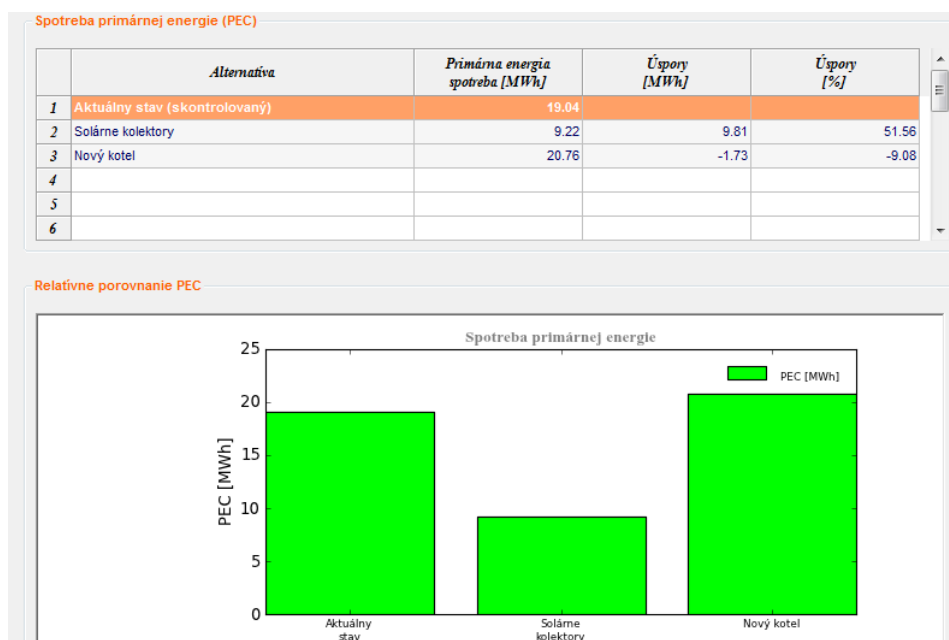
Program je schopný spracovať dáta všetkých vytvorených návrhov a tak poskytnúť veľmi prehľadné grafy v ktorých ich porovnáva v mnohých hľadiskách.

V Bloku *Vyhodnotenia parametrov* v sekcii *Porovnávacia štúdia* sú prístupné grafy:

- porovnania spotreby primárnej energie
- dopad na životné prostredie (porovnanie produkcie skleníkových plynov)
- ročné náklady (porovnanie nákladov ktoré zahŕňajú amortizácia, náklady na údržbu a náklady na energie)

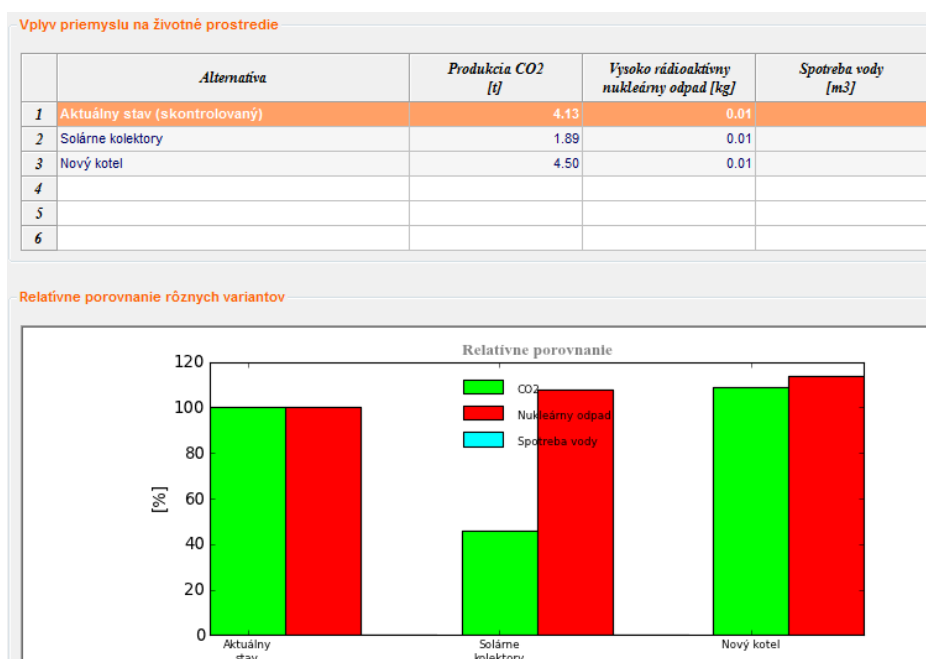
- ďalšie náklady na ušetrene energie (porovnanie nákladov za údržbu včetně investícií a nákladov/príjmov vzniknutými úsporami)
- vnútorná miera návratnosti (porovnanie finančnej návratnosti návrhov)

Graf spolu s tabuľkou na obr. 4.9, obsahuje porovnanie spotreby primárnej energie návrhov. V grafe je patrná úspora energie použitím solárnych kolektorov a tak isto navýšenie spotreby, použitím nového kotla, kvôli nižšej účinnosť ako má predošlý kotol.



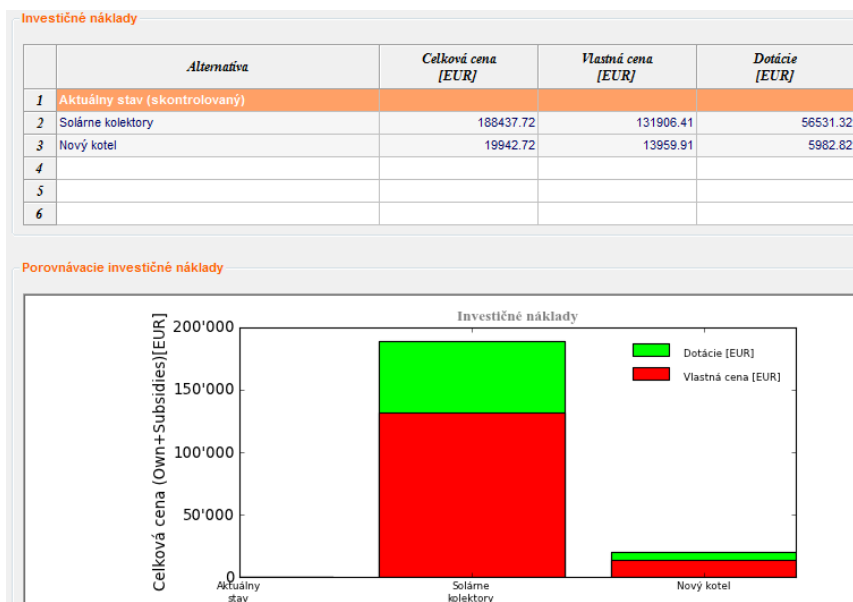
Obr. 4.9 Graf a tabuľka Porovnania spotreby primárnej energie

Tabuľka a graf na obr. 4.10, obsahuje informácie vplyvu návrhov na životné prostredie. Pri použití solárnych kolektorov nevzniká produkcia oxidu uhličitého.



Obr. 4.10 Graf a tabuľka Vplyv na životné prostredie

Na obr. 4.11 graf a tabuľka, obsahuje porovnanie investičných nákladov návrhov. Výsledné investičné náklady sú spočítané programom na základe cenníka, ktorý obsahuje databáza programu.



Obr. 4.11 Graf a tabuľka Porovnanie investičných návrhov zdroj EINSTEIN

4.5 VYTVÁRANIE SPRÁV PRE PREZENTÁCIU NOVÉHO NÁVRHU

EINSTEIN umožňuje automatické vytvorenie formátovaného dokumentu, ktorý zahŕňa vstupné dáta, tabuľky a grafy spojené s auditom. Dokument predstavuje plnohodnotnú správu z energetického auditu určenú k prezentácii. Funkcia je nefunkčná v čase písania práce.

5 SKÚSENOSTI S PROGRAMOM

Program EINSTEIN je prehľadný a užívateľ sa nestráca v medzi jednotlivými blokmi a sekciami. Trefná napovedá je taktiež veľmi nápomocná. Program obsahuje databázy naplnené informáciami (o zariadeniach, palivách, procesných médiách, technológiách) a takto predstavuje pripravený produkt, ktorý je možné hneď používať. Možnosť aktualizovať, modifikovať a doplňovať databázy ďalej programu umožňuje rozširovať sféru použiteľnosti. Ale aj napriek tomu pri práci je možné sa stretnúť s viacerými fundamentálnymi nedokonalosťami, ktoré program obsahuje a načo nemusí byť užívateľ zvyknutý z rôznych iných komerčných softwarov.

Program neumožňuje mať otvorené viaceré projekty naraz, čo pri tvorení viacerých variácií súčasného stavu prevádzky, značne komplikuje optimalizáciu výrobného procesu. Absencia histórie uskutočnených krokov spôsobuje, že užívateľ pri neuvážení krokov sa nemôže vrátiť krok späť, a tak je nútený zakaždým opakovať každý úkon. Chýba možnosť potlačenia (znevíditeľnenia) vybraných objektov prevádzky (zariadenia, potrubie, proces), takto užívateľ musí pracne mazať a znova vytvárať objekty, spolu so zadávaním dát.

Po častom otváraní a zatváraní iných projektov v programe sa zamieňali okná, ktoré sú inak prístupné z iných sekcii a po dlhšom čase práce s program, prospeje úplný reštart programu. Taktiež počas uloženia a následného otvorenia projektu sa v režime už skontrolovaného stavu, predtým vložené dáta, zaokrúhlili na celé čísla. Prípadne program zobrazoval zadané dáta po premene na ostatné súvisiace jednotky. Po prístupu do režimu umožňujúceho editáciu dát, užívateľ musí tieto dáta opraviť predtým než zopakuje kontrolu dát, pretože to samozrejme ovplyvní výpočet.

Hľadanie chýb vo výpočtoch značne znemožňuje to že, EINSTEIN neposkytuje nahliadnutie do výpočtovej dokumentácie. Rýchla náprava vo vstupných dátach a kontrola je časovo náročná. Užívateľ je odkázaný na štúdium technickej príručky programu alebo hranie sa s hodnotami. V prípade že dáta nie sú zadané úplne, dochádzalo k nezmyselným výpočtom (napríklad v prípade parovodov teplota pri návratu kondenzátu v záporných číslach).

Nemožnosť zohľadnenia rôznych priemerov potrubia a izolácii, ukázalo ďalšiu slabinu programu a týmto znehodnotenie výpočtu strát potrubia programom.

Taktiež sa ako sa ukázalo že aplikovaný model priemyselnej úpravy prádla, ktorý predmetom výskumnej činnosti a jeho prevádzka nebeží každodenne nebol úplne vhodný pre program. V niektorých grafoch, program neprispôbil mierku osí a tým značne znížil ich výpovednú hodnotu hlavne kvôli prevádzkovým hodinám. Grafy takisto nebolo možné upraviť ani užívateľom.

Pri tvorbe alternatívnych návrhov nie je možná dodatočná oprava vstupných dát. Ak užívateľ chce upraviť vstupné dáta je nutné prejsť do režimu editácie dát a to znamená úplnú stratu návrhov spolu s príslušnými vstupnými dátami.

Niektoré sekcie a funkcie programu sú nefunkčné alebo nedokončené, o čom informujú aj dialógové okná. Takto program nerobí na užívateľa veľký dojem.

Práca s programom si vyžaduje trpezlivosť kvôli hore spomenutým dôvodom, ktoré oberajú audítora o čas a chuť naďalej využívať program.

6 ZÁVER

Program EINSTEIN reprezentuje myšlienku vloženia údajov a za pár minút poskytnúť automaticky vypracovanú detailnú analýzu spolu s návrhmi alternatív, z ktorých si už stačí len vybrať.

Snaha priblížiť funkcie a nástroje programu pri vypracovaní auditu, hneď na aplikácii na reálnom procese ukázala, čo všetko je program schopný audítorovi ponúknuť. V rozsahu práce sa nebolo možné sa detailne venovať všetkým funkciám programu, ale aj napriek tomu je spracovaná nevyhnutná procedúra k úspešnému vytvoreniu energetického auditu pomocou programu.

Zber dát uľahčili predošlé výsledky z vedeckej činnosti vedúceho práce. Napriek tomu, že sa na základe vstupných dát procesov, v programe nepodarilo nasimulovať spotreby tepla, dostupné údaje o skutočnej spotrebe tepla, zjednodušili výpočty celkovej spotreby natoľko, že použitie softwaru vyzerá byť zbytočné. To potvrdzuje že program, je náročný na úplne, vstupné dáta a tým pádom, aj spoliehanie sa na výpočty jeho simulácii, si vyžaduje overenie výpočtov ručne.

Ukážka vytvárania nových návrhov a ich porovnania navzájom, prehľadne ukázali možné alternatívy dodávky tepla pre aplikovaný proces spracovania prádla. V tomto smere je program viac užitočný a preukazuje svoje schopnosti. Možnosť automatického spracovania záverečnej správy uľahčuje spracovanie množstva dát audítorovi.

Práca taktiež poukazuje aj na nedostatky programu EINSTEIN, ktoré ovplyvňujú kvalitu ale aj komfort pri vypracovaní auditu. Na druhej strane tieto nedostatky sú zároveň námetom na ďalšie možné vylepšenia programu.

Utlmená aktivita internetových stránok a podpory programu, určite odrádza záujemcov a teda ostáva dúfať sa obnovia ďalšie projekty pre rozvoj programu, ktorý rozhodne má potenciál byť nápomocný pri vypracovaní energetického auditu.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

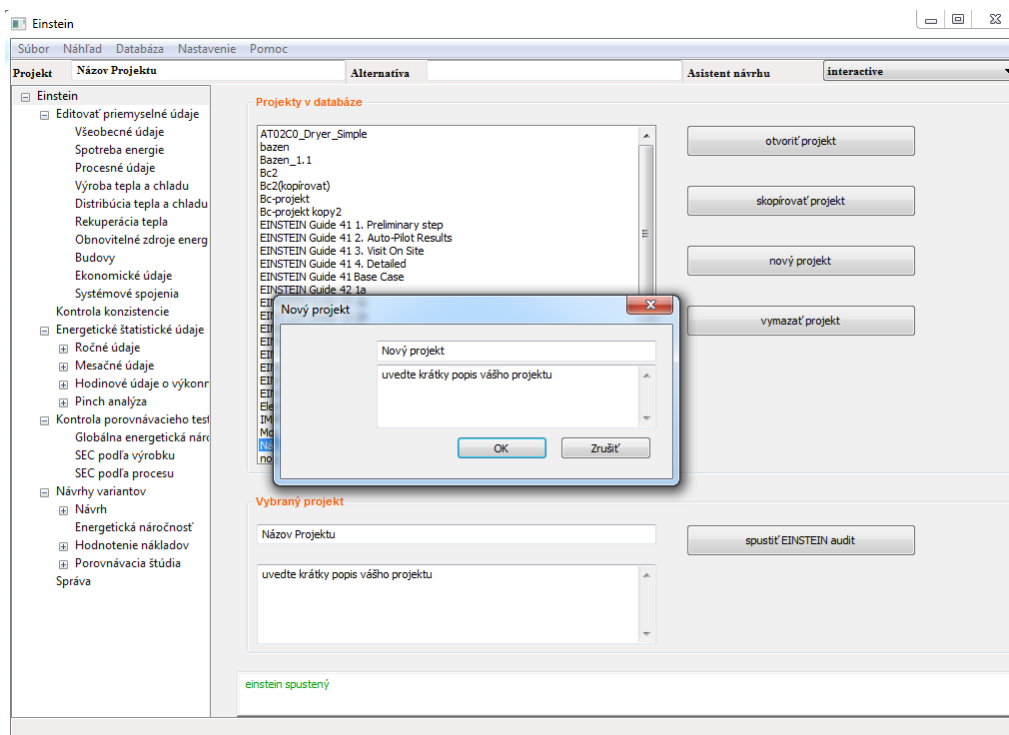
- [1] EUROPARLAMENT. Zelená kniha o energetickej účinnosti. Europarl.europa.eu 2005, [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/com/com_com%282005%290265_/com_com%282005%290265_sk.pdf
- [2] DENNÍK N. Energetická legislatíva EÚ. energia.dennikn.sk 2010-2015.[online]. [cit. 2015-05-10] Dostupné z: <http://energia.dennikn.sk/legislativa/vsetky-sekcie/energeticka-legislativa-eu/0264/>
- [3] SBÍRKA ZÁKONŮ č. 406/2000 o hospodaření energií [online] Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>
- [4] ASOCIACE ENERGETICKÝCH AUDITORŮ. Energetický audit. aea.cz, 2011 [online]. [cit. 2015-05-10] Dostupné z: <http://www.aea.cz/energeticky-audit>
- [5] CENTRUM PRO DOTAČNÍ PORADENSTVÍ A ZPRACOVÁNÍ PROJEKTŮ V OBLASTI ÚSPOR ENERGIE. Energetické audity a energetické studie. energy-benefit.cz 2007 [online] .[cit. 2015-05-11] Dostupné z: <http://www.energy-benefit.cz/cz/energeticke-audity-a-energeticke-studie>
- [6] ZPRÁVY O PŘÍRODĚ, ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ A EKOLOGII. Konference: Jak na úspory v podniku?. ekolist.cz, 2009 .[online] .[cit. 2015-05-10] Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/konference-jak-na-uspory-v-podniku>
- [7] KOMPLEXNÁ OBNOVA BYTOVÝCH DOMOV. Energetické audity. kobr.sk, 2012 [online]. [cit. 2015-05-09] Dostupné z: <http://www.kobd.sk/energeticke-audity.html>
- [8] TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu. Tzb-info.cz, 2011 [online]. [cit. 2015-05-09] Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [9] SBÍRKA ZÁKONŮ Vyhláška č. 193/2007 Sb. [Online] Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5153>
- [10] ENVIROS,s.r.o Metodika EINSTEIN v praxi. Mpo-efekt.cz, 2009 [online] .[cit. 2015-05-11] Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595e1fa66875530f33e8a/Publikace_EINSTEIN.pdf
- [11] HANS SCHWEIGER. Príručka pre audity tepelnej energie EINSTEIN.einstein-energy.net [online]. .[cit. 2015-05-11] Dostupné z: https://www.einstein-energy.net/media/static_pages/1%20EINSTEIN%20Audit%20Guide/EINSTEIN%20Audit%20Guide%202.0%20SK.pdf
- [12] HANS SCHWEIGER, STOYAN DANOV. EINSTEIN Software-Tool Technical Manual. einstein.sourceforge.net [online]. .[cit. 2015-05-11] Dostupné z: http://einstein.sourceforge.net/_downloads/EINSTEIN%20Tool%20Technical%20Manual.pdf
- [13] THUMAN,A., J.YOUNGER,W.: Handboook of energy audits, 7th ed. Lilburn, The Fairmont Press, Inc., 2007.467. ISBN 0-88173-577-9
- [14] BOBÁK, P. Snižování energetické náročnosti procesu profesní údržby prádla. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 95 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c.
- [15] LOIRA, Energetický audit, loira.sk, 2014 [online]. [cit.2015-05-10] Dostupné z: <http://www.loira.sk/3/energeticky-audit.html>
- [16] THS, Katalóg parné kotle, th-kotle.cz, 2015 [online]. [cit.2015-05-19] Dostupné z: http://www.th-kotle.cz/cz_katalog/th.pdf

- [17] SOLARGIS, Mapa slnečného žiarenia – Európa: Globálne horizontálne žiarenie, solargis.info, 2015 [online].[cit.2015-05-19] Dostupné z: <http://solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI>
- [18] ZČU Plzeň, Fyzikálne tabuľky, kfy.zcu.cz, 2015 [online].[cit.2015-05-19] Dostupné z: <http://www.kfy.zcu.cz/dokumenty/FP1/tabulky.pdf>
- [19] SOLARCITY, Výroba tepla solárnou energiou, citysolar.sk, 2014 [online].[cit.2015-05-19] Dostupné z: <http://citysolar.sk/solarny-system/>

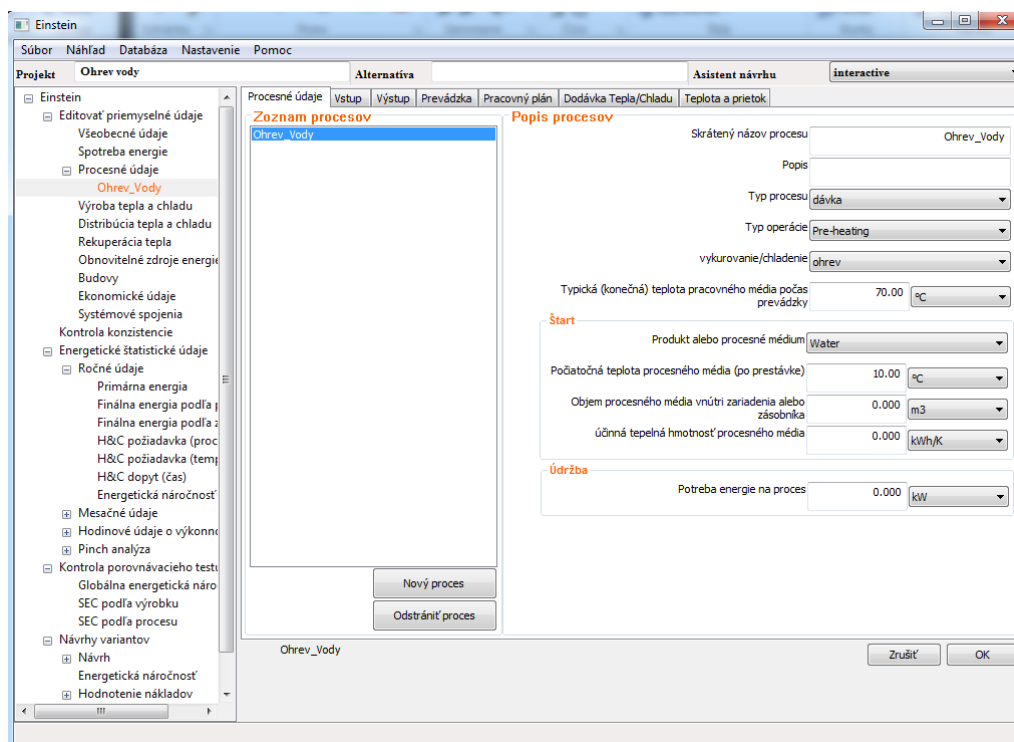
ZOZNAM PRÍLOH

- [P1] Obrazová dokumentácia tvorby auditu v programe EINSTEIN
- [P2] Tabuľky a obrazová dokumentácia k vytvoreniu návrhu a porovnávacím štúdiám

[P1] Obrazová dokumentácia tvorby auditu v programe EINSTEIN



Obr. P1.1 Okno programu Nový projekt



Obr. P1.2 Okno programu pri Zadávanií dát procesu ohrevu vody

The screenshot shows the 'Einstein' software window. The 'Projekt' (Project) sidebar on the left contains a tree structure with 'Ohrev_Vody' (Water heating) selected. The main window has tabs for 'Alternativa' (Alternative) and 'Asistent návrhu' (Design assistant), with 'interactive' selected. The 'Vstup' (Input) tab is active, showing fields for 'Prúd' (Flow) and 'Vstup' (Input). The 'Vstup' section includes a list of 'Prítekajúci' (Incoming) flows, with 'Vstup' selected. The 'Vstup' data entry area contains the following fields:

- Produkt alebo procesné médium: Water
- Vstup procesného média na jeden cyklus: 100.000 m³
- Nominálny hmotnostný tok vstupujúceho procesného média: kg/h
- pred spätným získavaním tepla:
 - Vstupná teplota procesného média: 10.0 °C
- po spätnom získavaní tepla:
 - Existuje vnútorná rekuperácia tepla v procese?: nie
 - Vstupná teplota procesného média (po rekuperácii): 10.0 °C

Buttons at the bottom include 'Nový' (New), 'Odstrániť' (Remove), 'Zrušiť' (Cancel), and 'OK'.

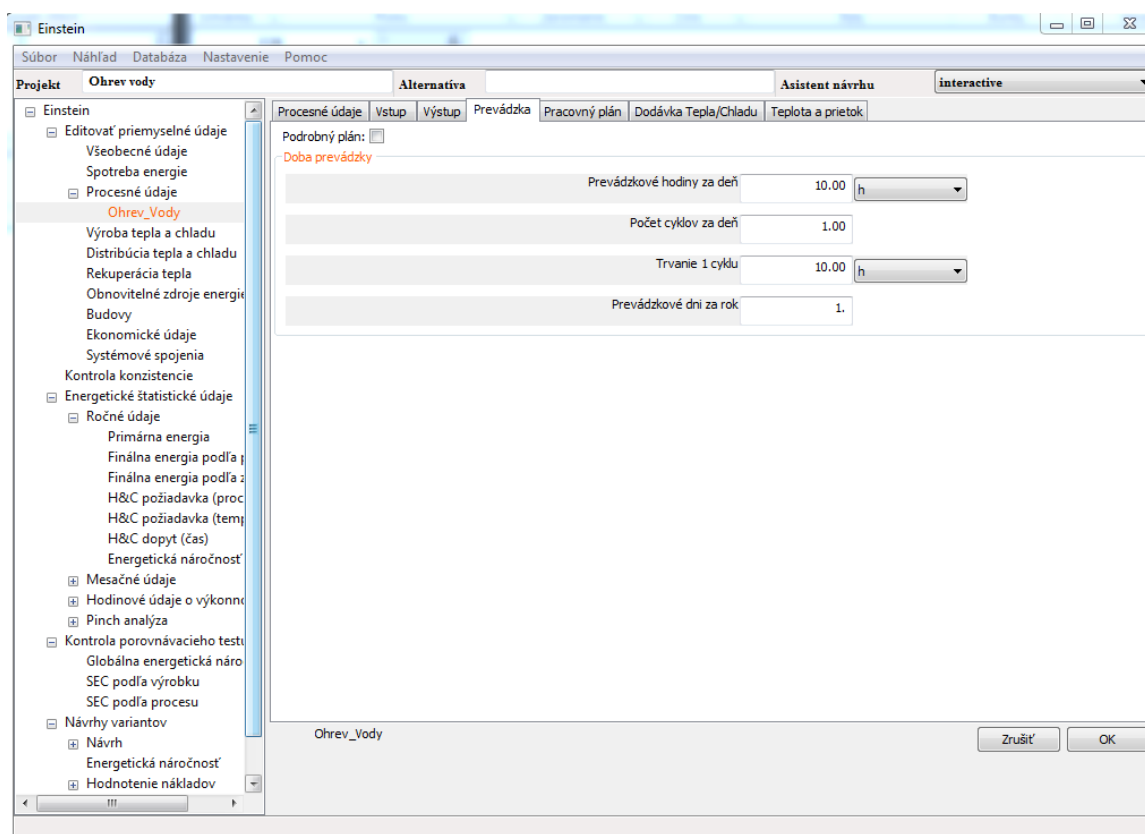
Obr. P1.3 Okno programu pri zadávaní dát procesu ohrevu vody- záložka Vstup

The screenshot shows the 'Einstein' software window. The 'Projekt' (Project) sidebar on the left contains a tree structure with 'Ohrev_Vody' (Water heating) selected. The main window has tabs for 'Alternativa' (Alternative) and 'Asistent návrhu' (Design assistant), with 'interactive' selected. The 'Výstup' (Output) tab is active, showing fields for 'Prúd' (Flow) and 'Výstup' (Output). The 'Výstup' data entry area contains the following fields:

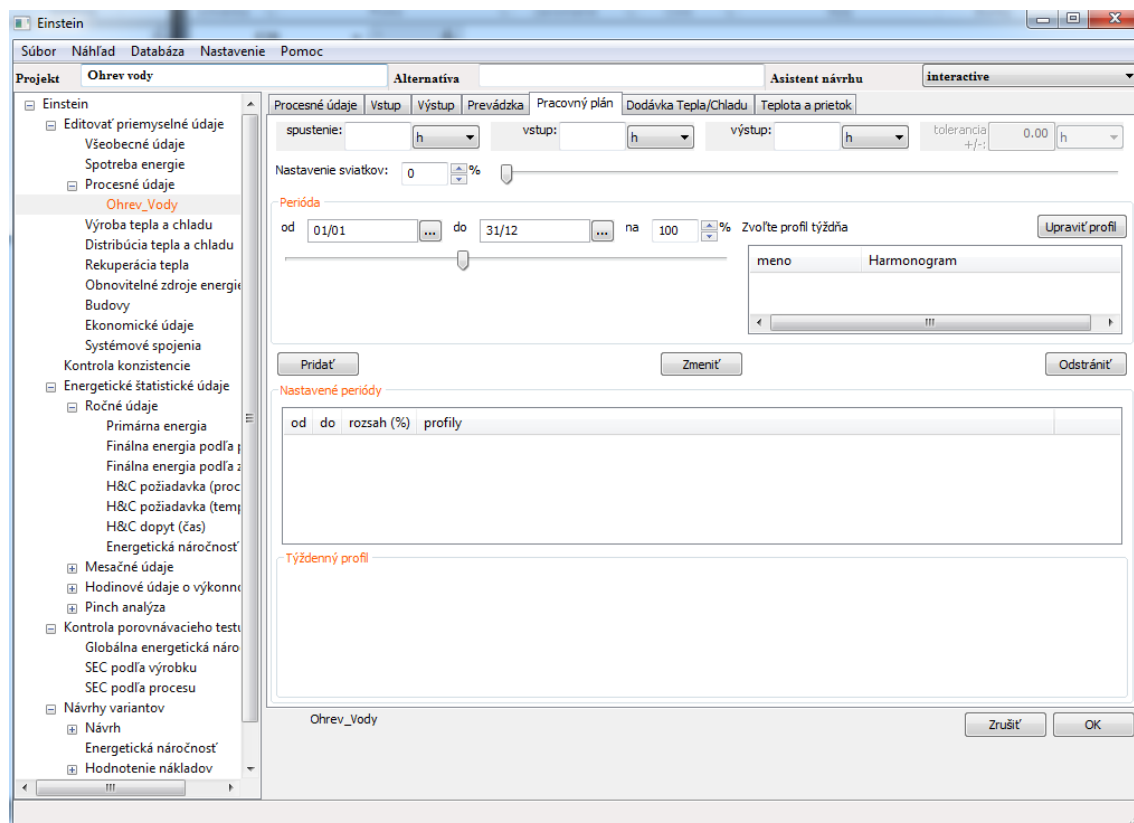
- Môže byť teplo rekuperované z výstupného média?: nie
- Médium výstupných odpadových prúdov: Water
- Výstup procesného média na jeden cyklus: m³
- Menovitý hmotnostný prietok odchádzajúceho procesného média: kg/h
- Teplota výstupných (odpadových) prúdov: °C
- Konečná teplota výstupných (odpadových) prúdov: °C
- ☐ Povinné ochladenie existuje.
 - Požadovaná konečná teplota výstupných odpadových prúdov: °C
 - Zadajte entalpiu výstupných odpadových prúdov: kJ/kg
 - Vlhkostný pomer výstupných (odpadových) prúdov: -

Buttons at the bottom include 'Nový' (New), 'Odstrániť' (Remove), 'Zrušiť' (Cancel), and 'OK'.

Obr. P1.4 Okno programu pri zadávaní dát procesu ohrevu vody- záložka Výstup



Obr. P1.5 Okno programu pri zadávaní dát procesu ohrevu vody- záložka Prevádzka



Obr. P1.6 Okno programu pri zadávaní dát procesu ohrevu vody- záložka Pracovný plán

The screenshot shows the 'Einstein' software window with the 'Projekt' (Project) tab active. The left sidebar displays a tree view of the project structure, with 'Ohrev_Vody' (Water Heating) selected. The main window is titled 'Údaje o existujúcom teple (alebo chlade) vstupujúcom do procesu' (Data on existing heat (or cold) entering the process). It contains several input fields for parameters like medium, temperature, flow rate, and minimum temperature difference. The 'Dodávka Tepla/Chladu' (Heat/Cooling Supply) window is open, showing the 'Popisné údaje' (Descriptive data) tab. The 'Zoznam zariadení' (Equipment list) is visible, showing a list of equipment with columns for name, manufacturer, year of manufacture, model, and type. The 'Kotel' (Boiler) is selected in the list. The right side of the window contains input fields for 'Skrátený názov zariadenia' (Short name of the equipment), 'Výrobca' (Manufacturer), 'Rok výroby alebo/a inštalácie?' (Year of manufacture or installation), 'Model', 'Druh zariadenia' (Type of equipment), and 'Počet jednotiek rovnakého typu' (Number of units of the same type). The 'Druh zariadenia' dropdown is set to 'teplovodný kotel' (Water boiler). The 'Počet jednotiek rovnakého typu' field is empty. The 'Kotel' label is visible at the bottom left of the window. The 'Cancel' and 'OK' buttons are at the bottom right.

Obr. P1.7 Okno programu pri zadávaní dát procesu ohrevu vody- záložka Dodávka Tepla/Chladu

The screenshot shows the 'Einstein' software window with the 'Projekt' (Project) tab active. The left sidebar displays a tree view of the project structure, with 'Výroba tepla a chladu' (Heat and Cold Production) selected. The main window is titled 'Popisné údaje' (Descriptive data). It contains a list of equipment (Zoznam zariadení) and input fields for descriptive data like name, manufacturer, year of manufacture, model, and type. The 'Kotel' (Boiler) is selected in the list. The right side of the window contains input fields for 'Skrátený názov zariadenia' (Short name of the equipment), 'Výrobca' (Manufacturer), 'Rok výroby alebo/a inštalácie?' (Year of manufacture or installation), 'Model', 'Druh zariadenia' (Type of equipment), and 'Počet jednotiek rovnakého typu' (Number of units of the same type). The 'Druh zariadenia' dropdown is set to 'teplovodný kotel' (Water boiler). The 'Počet jednotiek rovnakého typu' field is empty. The 'Kotel' label is visible at the bottom left of the window. The 'Cancel' and 'OK' buttons are at the bottom right.

Obr. P1.8 Okno programu pri zadávaní dát Výroba tepla a chladu záložka- Popisné údaje

The screenshot shows the 'Einstein' software window with the 'Technické údaje' (Technical data) tab selected. The left sidebar lists various data categories, with 'Výroba tepla a chladu' (Heat and cold production) highlighted. The main area contains the following fields:

- Menovitý výkon (teplo alebo chlad, výstup): [] kW
- Druh paliva: Natural gas
- Spotreba paliva (nominálna): [] kg/h
- Privádzaný elektrický výkon: 0.0 kW
- Menovitá účinnosť termálnej konverzie: 0.800
- Reálna účinnosť termálnej konverzie: []
- Teplota spalín pri štandardných prevádzkových podmienkach: 270.0 °C
- Podiel zbytkového vzduchu: []
- Výroba elektriny: [] kW
- Účinnosť premeny elektriny: []
- Chladivo: []
- Účinnosť exergie: []

Buttons at the bottom: Kotel, Cancel, OK.

Obr. P1.9 Okno programu pri zadávaní dát Výroba tepla a chladu záložka- Technické údaje

The screenshot shows the 'Einstein' software window with the 'Zdroj tepla / kanál' (Heat source / channel) tab selected. The left sidebar is the same as in the previous image. The main area contains the following fields:

- Teplo alebo chlad privádzané do rozvodného potrubia / pripojky: Potrubie
- Číslo (potrubia alebo rozvodu): []
- Teplota dodávaného tepla / chladu: [] °C
- Max. (min.) teplota dodávaného tepla (chladu): [] °C
- Max. (min.) teplota dodávaného tepla (chladu), 2. okruh: [] °C
- Zamietnuté teplo / odpadové teplo:
 - Teplota odmietnutého tepla: [] °C
 - Cielové využitie odpadového tepla: []
- Nízkopotenciálny zdroj tepla:
 - Nízkopotenciálny zdroj tepla: []
 - Teplota nízkopotenciálneho zdroja tepla: [] °C
- Vysoko teplotný zdroj tepla:
 - Vysoko teplotný zdroj tepla: []
 - Prevádzková teplota: [] °C
 - Tepelný výkon vysoké teploty: [] kW

Buttons at the bottom: Kotel, Cancel, OK.

Obr. P1.10 Okno programu pri zadávaní dát Výroba tepla a chladu záložka- Zdroj tepla/kanál

The screenshot shows the 'Einstein' software window with the 'Projekt' (Project) menu open. The 'Výroba tepla a chladu' (Heat and Cold Production) option is selected. The 'Pracovný plán' (Work Plan) tab is active, showing the following fields:

- Prevádzkové hodiny za deň: 10.0 h
- Prevádzkové dni za rok: 1.0
- Prevádzkové hodiny za rok: h
- Prevádzkové hodiny na plný výkon za rok: h
- Priemerný koeficient využitia (plná kapacita = 100%): 1.000

Buttons for 'Cancel' and 'OK' are visible at the bottom right.

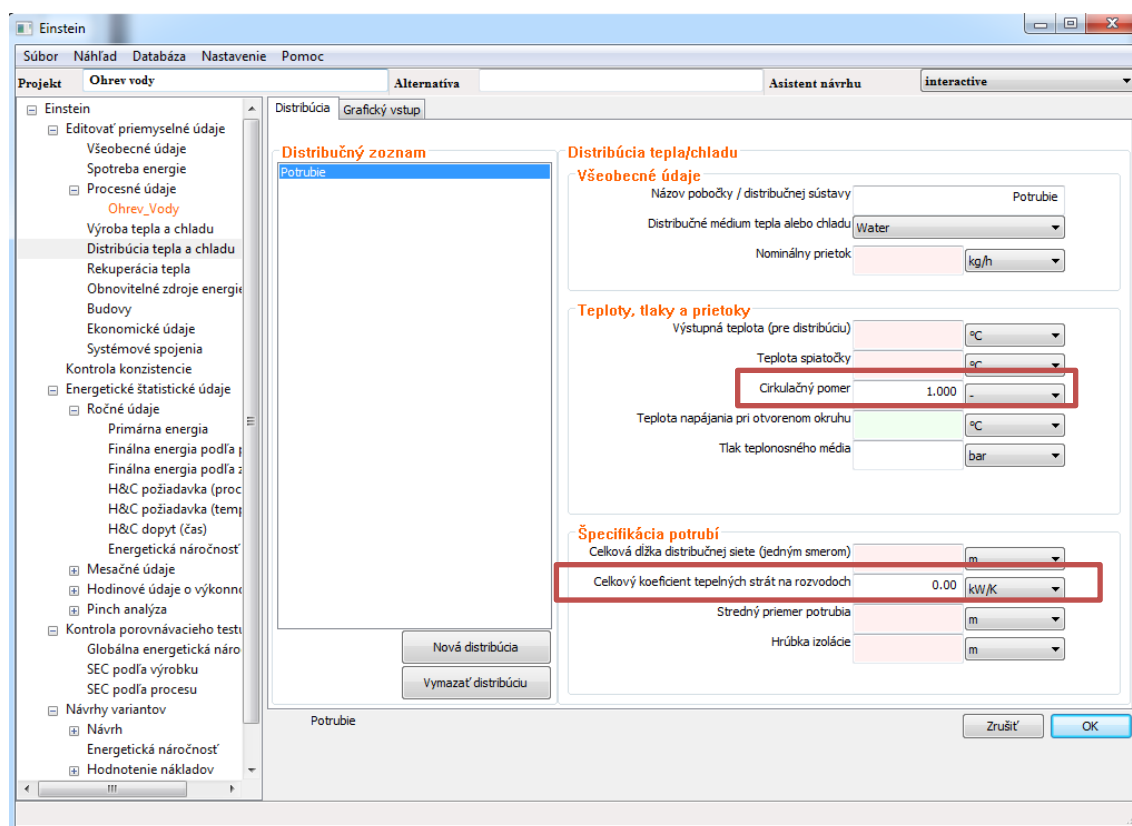
Obr. P1.11 Okno programu pri zadávaní dát Výroba tepla a chladu záložka- Pracovný plán

The screenshot shows the 'Einstein' software window with the 'Projekt' (Project) menu open. The 'Výroba tepla a chladu' (Heat and Cold Production) option is selected. The 'Ekonomické údaje' (Economic Data) tab is active, showing the following fields:

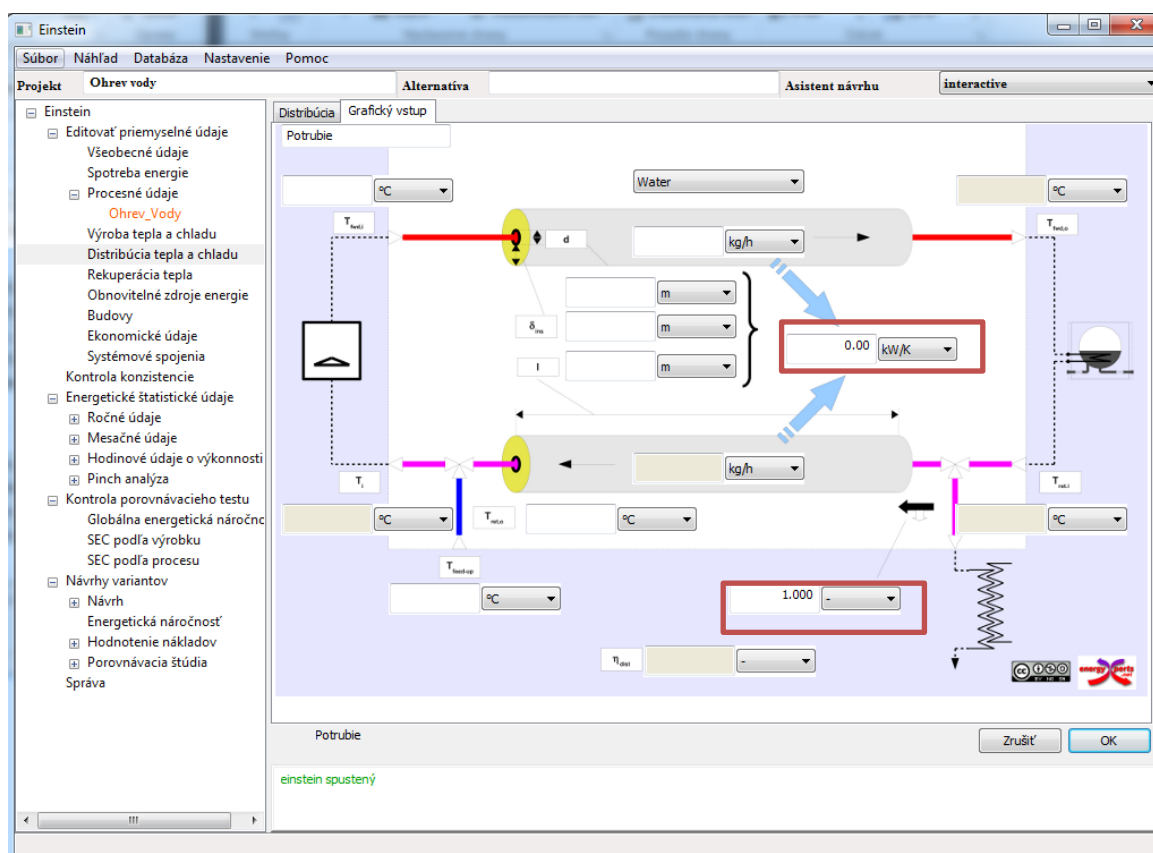
- Cena na kľúč: EUR
- Ročné fixné náklady na prevádzku a údržbu: EUR
- Ročné náklady na prevádzku a údržbu závislé od využitia: EUR/MWh

Buttons for 'Cancel' and 'OK' are visible at the bottom right.

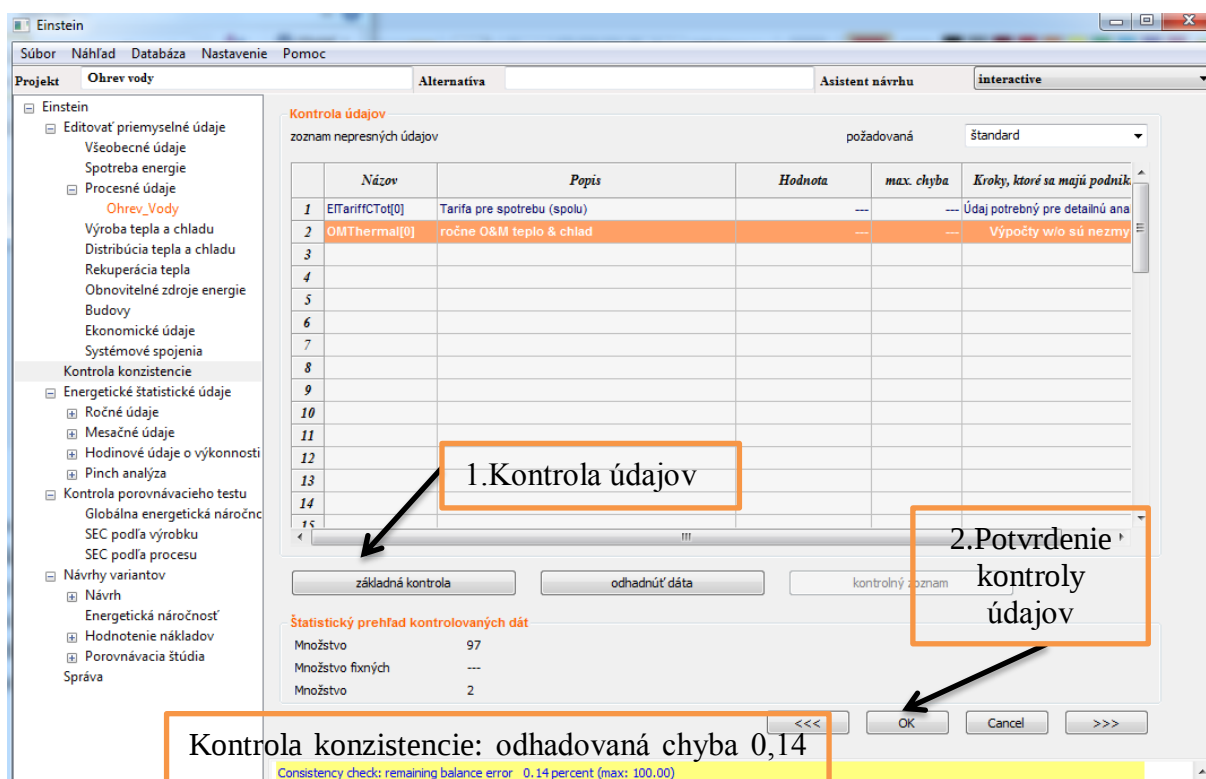
Obr. P1.12 Okno programu pri zadávaní dát Výroba tepla a chladu záložka- Costs (náklady)



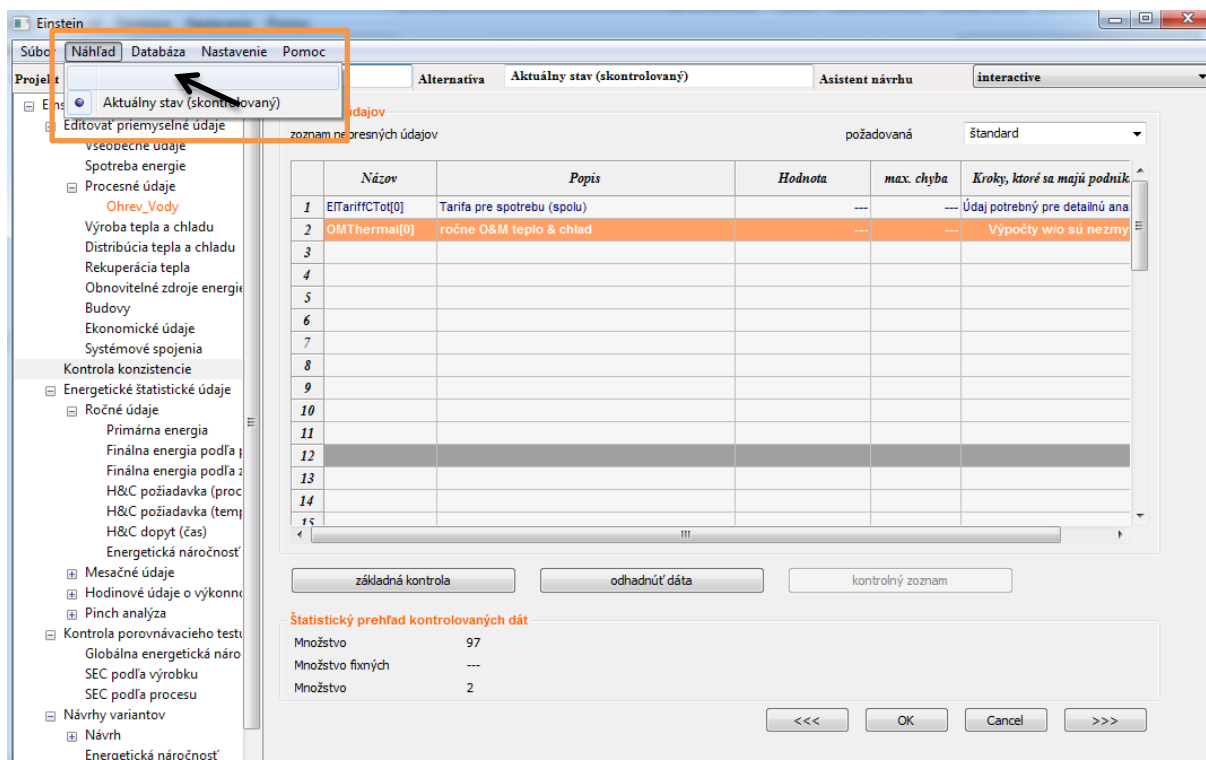
Obr. P1.13 Okno programu pri zadávaní dát Distribúcia tepla a chladu záložka- Distribúcia



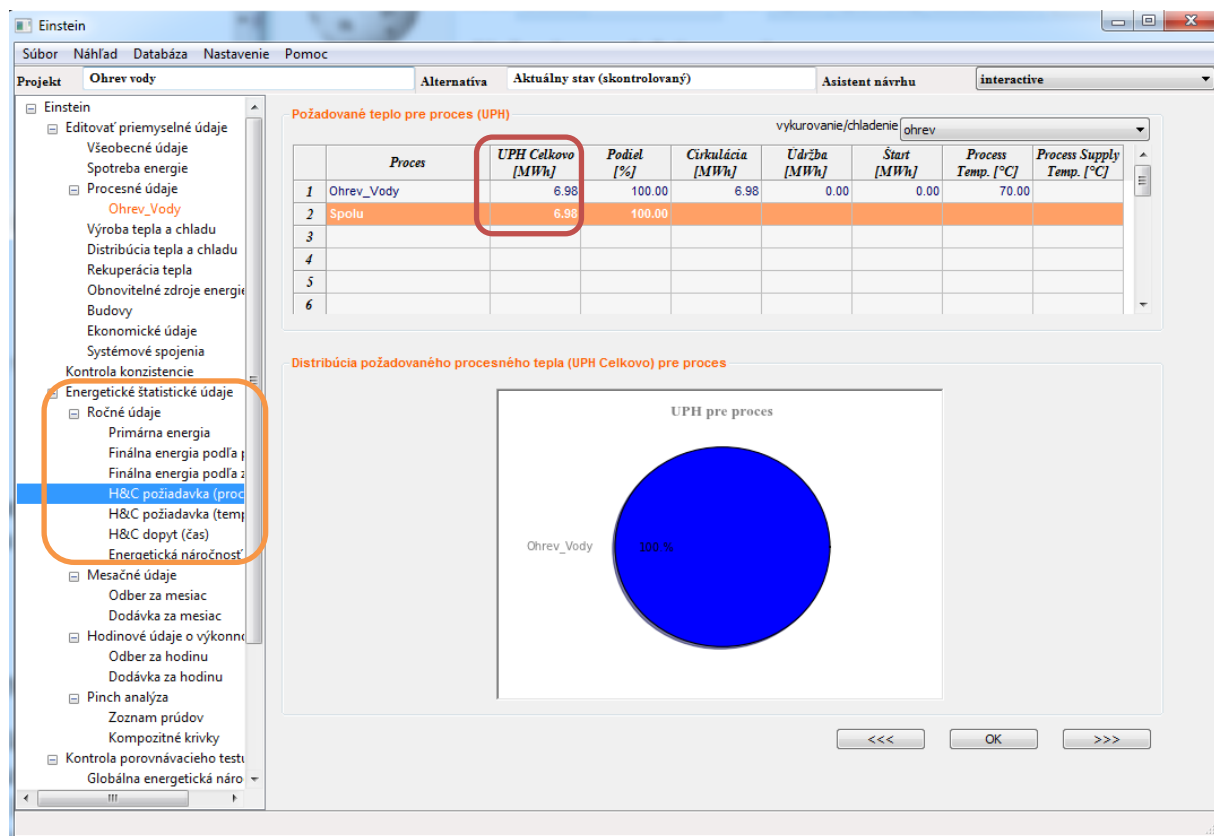
Obr. P1.14 Okno programu pri zadavani dat Distribucia tepla a chladu zalozka- Graficky vystup



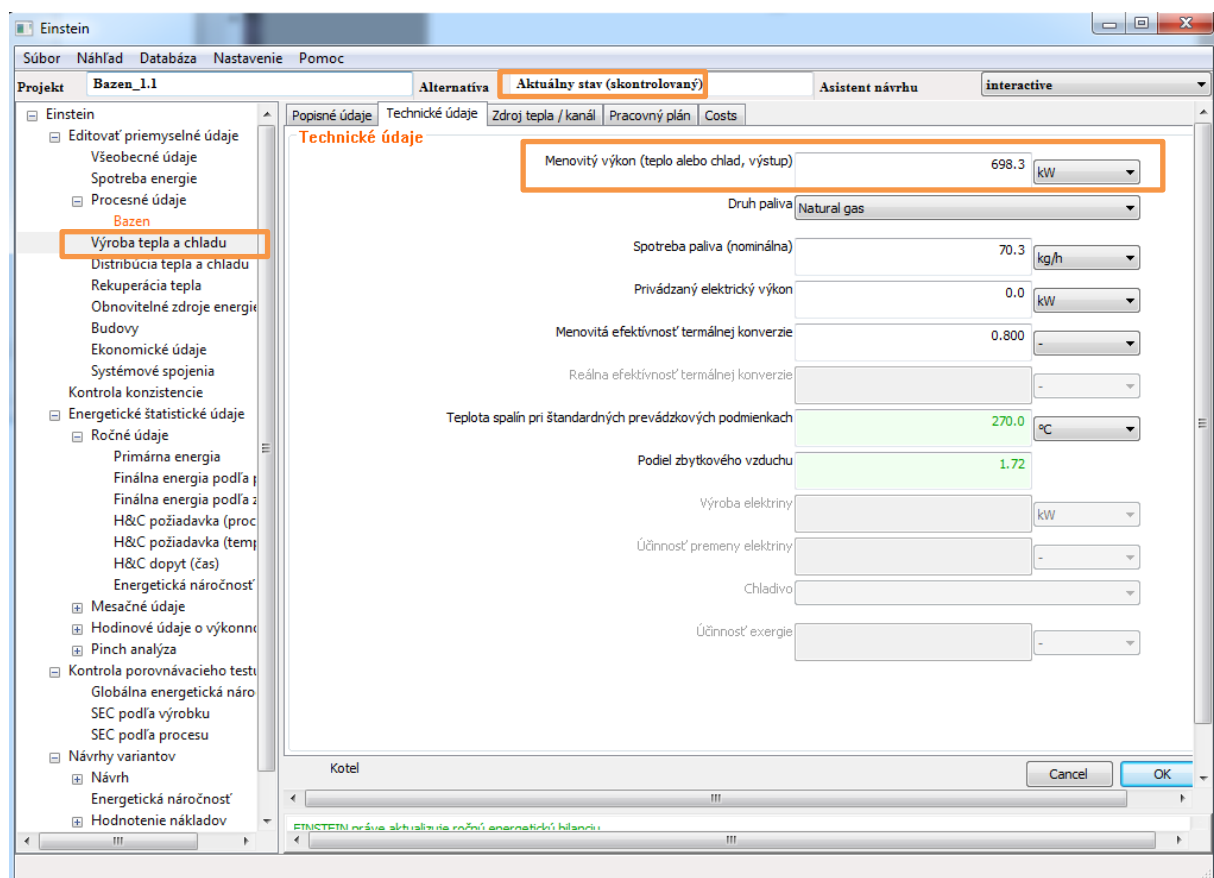
Obr. P1.15 Okno programu sekcie Kontrola údajov



Obr. P1.16 Okno programu sekcie Kontrola údajov- prechod na predošli stav



Obr. P1.17 Okno programu vyhodnotenie spotrebovaného tepla



Obr. P1.18 Okno programu Dopocítanie výkonu kotla

[P2] Tabuľky a obrazová dokumentácia k vytvoreniu návrhu a porovnávacím štúdiám

Proces	Ohrev	Návrat do potrubia	Vstup	Typická teplota [°C]	Výstup
Pranie	para 8 bar g 10,2kg/h		Ohrev lázne parou z 20°C 72l/ vody v 1 cykle 4 cykly po 85 min	70	Voda v prádle
Sušenie	Para 8 bar g 47 kg/h	Kondenzát 100°C	Odparenie vody 20°C 9kg vody /cyklus 4 cykly po 25 min	80	Odparenie časti vody (4,5 kg vody/cyklus)
Sušenie do sucha	Para 8 bar g 47 kg/h	Kondenzát 100°C	Odparenie vody 20°C 6kg vody /cyklus 1 cyklus po 40 min	80	Úplné odparenie vody
Žehlenie tvarové prádlo	Para 5 bar g 20kg/h	Kondenzát 100°C	Odparenie vody 20°C 30kg vody /cyklus 1 cyklus po 11 hod	155	Úplné odparenie vody
Žehlenie rovné prádlo	Plyn 30 kW 3,5 kg/h		Odparenie vody 20°C 6kg vody /cyklus 1 cyklus 100 min	180	Úplné odparenie vody

Tab. P2.1 Vstupné dáta pre procesy spracujúce prádlo

Parný kotol THS 10	
Palivo	plyn
Výkon	651 kW
Účinnosť	94 %

Tab. P2.2 Parametre parného kotla [16]

Proces	Merná spotreba			Spotreba v kWh za rok	
Množstvo prádla	tepla	el. energie		tepla	el. energie
Pranie	0,61	0,03	kWh/kg _{SP}		
100 kg	61	3	kWh	3233,0	159
Sušenie	0,64	0,01	kWh/kg _{SP}		
90 kg	57,6	0,9	kWh	3052,8	47,7
Sušenie do sucha	0,64	0,01	kWh/kg _{SP}		
10 kg	6,4	0,1	kWh	339,2	5,3
Žehlenie rovné	1,3	0,08	kWh/kg _{H2O}		
30 kg _{H2O}	39	2,4	kWh	2067,0	127,2
Žehlenie tvarové	1,7	0,11	kWh/kg _{H2O}		
6 kg _{H2O}	10,2	0,66	kWh	540,6	34,98

Tab. P2.3 Spotreba energií procesov

Typ Izolácia		PAROC Section aluCoat T		
Oceľové trubky závitové				
Médium		Para (8 bar g)	Para (5 bar g)	Kondenzát
Teplota média	°C	175	158	100
Teplota v okolia potrubia	°C	23	23	23
Relatívna vlhkosť vzduch	%	20	20	20
Súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu	W/ m ² K	10	10	10

Tab. P2.4 Vstupné dáta pre výpočet strát potrubia

Rozmer trubky	mm	DN 80	DN 40	DN 25	DN 15
Hrúbka steny izolácia	mm	80	40	30	0
Súčiniteľ prestupu tepla izolovaného potrubia	W/mK	0,250	0,257	0,242 0,235*	-
Súladi s Vyhláškou 193/2007		≤0,34W/mK vyhovuje	≤0,27W/mK vyhovuje	≤0,18W/mK nevyhovuje	
Tepelná strata bez izolácie	W/m	424,7	230,5	160,8	102,1 (92,7*)
Tepelná strata s izoláciou	W/m	38,1	39,1	36,8 (32,4*)	-

Tab. P2.5 Tepelné straty parovodného potrubia

Rozmer trubky	mm	DN25	DN15
Hrúbka steny izolácie	mm	30	0
Súčiniteľ prestupu tepla izolovaného potrubia	W/mK	0,216	-
Súladi s Vyhláškou č.193/2007		≤0,18W/mK nevyhovuje	-
Tepelná strata bez izolácie	W/m	81,5	51,7
Tepelná strata s izoláciou	W/m	16,6	

Tab. P2.6 Tepelné straty kondenzátneho potrubia

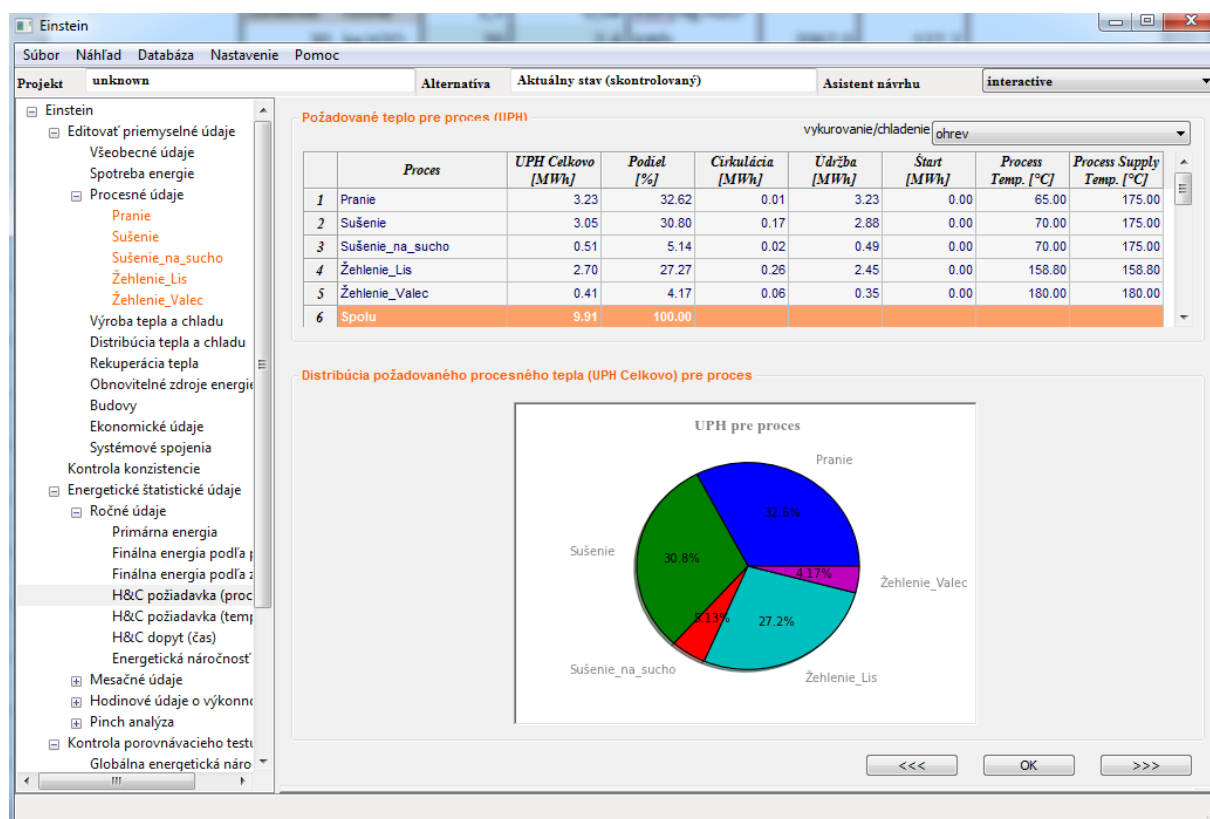
* platí pre tlak pary 5 bar g

Úsek	Hlavné	Sekundárne	Prípojka	Prípojka	Prípojka	Strata
Rozmer trubky	potrubie	potrubie	lisu	sušičky	práčky	na 1 m dĺžky
[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[W/m]
DN 80	0	1,2	0	0	0	38,1
DN 40	57,9	24,9	0	0	0	39,1
DN 25	0	0	2,2	2,7	2,5	36,8
DN 15	0	0	0,5	1,2	1	102,1
Straty úseku[W]	2263,9	1019,3	117,6	221,9	194,1	

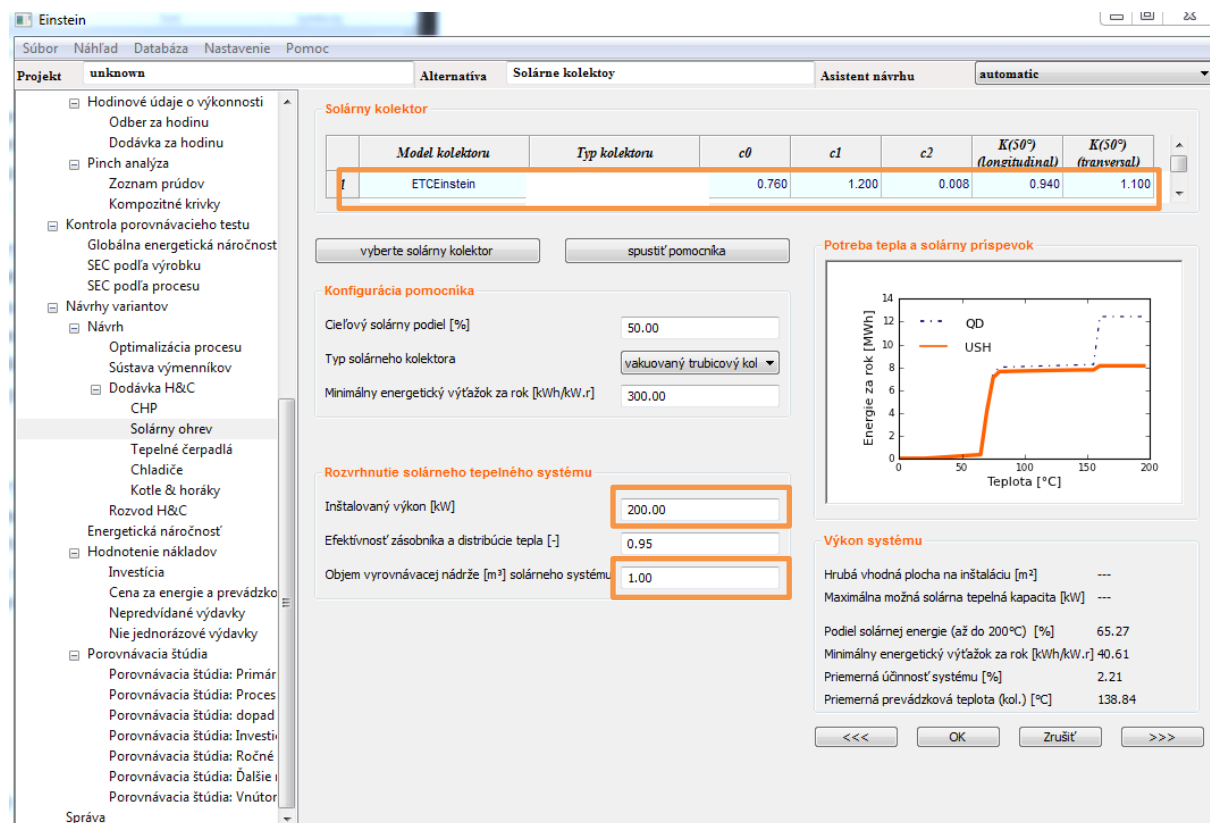
Tab. P2.7 Tepelné straty na úsekoch parovodného potrubia

Úsek	Hlavné	Sekundárne	Prípojka	Prípojka	Prípojka	Strata
Rozmer trubky	potrubie	potrubie	lisu	sušičky	práčky	na 1 m dĺžky
[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[W/m]
DN 25	57,9	26,1	2,2	2,7	-	16,6
DN 15	0,0	0,0	0,5	1,2	-	51,7
Straty úseku [W]	961,1	433,3	62,4	106,9	-	

Tab. P2.8 Tepelné straty na úsekoch kondenzátneho potrubia



Obr. P2.1 Okno programu Vyhodnotenie požiadavky tepla pre jednotlivé procesy



Obr. P2.2 Okno programu Návrh varianty Solárne kolektory