



Ján ILKOVIČ  
PRIESTOROVÉ ASPEKTY DIVERZIFIKÁCIE ENERGETICKÝCH ZDROJOV

*Článok popisuje východiská, súvislosti a priemety diverzifikácie energetických zdrojov v kontexte tvorby a ochrany životného prostredia. Prezентuje výsledky vedeckého poznania z oblasti teórie architektonickej tvorby výrobných energetických zariadení s využitím konvenčných a netradičných energetických zdrojov s uvedením príkladov typických reprezentantov architektúry.*

### 1. Úvod

Energiu radíme medzi existenčné podmienky rozvoja spoločnosti. Máme ju všade okolo nás a v rôznych formách, či už ako voľnú (kinetická energia vody a vetra, tepelná energia slnka), alebo ako chemicky viazanú (fosilné palivá). Hovoríme im prírodné zdroje, z ktorých človek následnou konverziou výrobného charakteru získava rôzne iné druhy energií ako napr. elektrickú či tepelnú, alebo chlad pre špecifické priemyselné prevádzky. Problematika energetiky je v súčasnosti spoločenským „boomom“. Uvedomovanie si časovej ohraničenosti využívania fosilných zdrojov na úkor budúcich generácií je impulzom pre hľadanie nových riešení. Environmentalisti dnešné „energetické ťaženie“ proti prírode nazývajú globálnym experimentom, ktorého dôsledky môžu byť porovnateľné s jadrovou vojnou, a preto by sa ľudstvo malo odvrátiť od tohto trendu. Človek vníma energiu najmä cez svoje obytné a pracovné prostredie. Menej informácií má o výrobe a tranzite energií do bytu, či na pracovisko ako aj o vnútorných a vonkajších súvislostiach architektonických riešení. Na to sa pokúsi dať čiastočnú odpoveď tento príspevok z pohľadu súčasných trendov konverzie tzv. tradičných a obnoviteľných zdrojov v energetickom priemysle a ich symbiózu s architektonickou obálkou. Príspevok je spracovaný v rámci grantovej úlohy VEGA č. 1/1132/04.<sup>11)</sup>

### 2. Stav poznania

Výskumné práce mnohých autorov predstavujú celú šírku problematiky od racionalizácie spotreby a zdrojov až po analýzu nových architektonických foriem. Obsahovo sa pohybujú okolo spoločného „fundamentu“ a tým je racionalizácia a ekologizácia v energetickom reťazci. Ich základným mottom je trvalá udržateľnosť životného prostredia. Lovins (1978) predstavil koncepciu tzv. mäkkej cesty energetického vývoja (soft energy path) v kontexte trvalej udržateľnosti života s ťažiskom na úsporné užívanie energie. Kadmožka (1984) zaviedol klasifikáciu zdrojov, zásadnú charakteristiku a usporiadanie výrobných priestorov energetického súboru a venoval sa aj metodike tvorby konceptu. Hlaváček (1985) analyzoval vývoj a teóriu navrhovania stavieb tepelnej energetiky z pohľadu architekta. Z novších sú to najmä práce zamerané na využívanie obnoviteľných zdrojov (Balák,

zhodnocovania tradičných a obnoviteľných energetických zdrojov (Ilkovič, 2002). Analýzu konkrétnych objektov môžeme nájsť najmä v zahraničných odborných periodikách /7,8,9/.

### 3. Konceptuálne súradnice výrobných energetických zariadení

Výrobné energetické zariadenia sa realizujú na báze priemetov istých „blokov súradníc“, ktoré zásadným spôsobom ovplyvňujú priestorový koncept. Nejde o matematické súradnice, ale v prenesenom význame slova o objektívne stanovenie váhy impulzov a faktorov, ktoré majú zásadný vplyv na výsledné technologické a architektonické riešenie. Ten sa odvíja od základnej spoločenskej požiadavky, ktorou je spotreba (lokálna a celková). Energetické potreby spoločnosti môžeme vo všeobecnosti rozdeliť podľa dvoch základných okruhov spoločenskej činnosti, a to:

- **výrobnej činnosti** (priemyselnej a poľnohospodárskej) a **výrobných služieb** (cca 70% spotrebného balíka),
- **komunálnej (nevýrobnej) činnosti** (cca 30 % spotrebného balíka).

Ako vidno z percentuálneho pomeru spotreby výrobná sféra je najväčším odberateľom energie a teda aj nositeľom generovania nových energetických koncepcií, ktoré reflektujú dynamiku inovácií výrobných technológií na jednej strane a polohovú diverzifikáciu a decentralizáciu na druhej strane. Reštrukturalizačný proces v priemysle a všeobecne cenová politika evokuje hľadanie nových zdrojov a polôh energetických centrál v priemyselných, ale aj v obytných územiach.

#### 3.1 Teória rovnováhy

V živote človeka je najdôležitejšia rovnováha (fyzická a duševná). Aká samozrejmosť!?! Ak ju človek nemá, až vtedy si túto samozrejmosť začína uvedomovať a túžiť po nej. Aj v prírode je najdôležitejšia rovnováha, inak trpí niektorá z jej zložiek. Obyčajne je to človek či už priamo, alebo sprostredkovane cez životné prostredie. Toto obrazné prirovnanie môžeme použiť aj v dobíjaní energie pre potreby človeka. Aj tu je najdôležitejšia rovnováha. Rovnováha zdrojov a spotreby, rovnováha medzi nevyhnutným a dovoleným (udržateľným) zaťažením prírodného prostredia, rovnováha exploatácie zdrojov, ekonomiky a ekológie, výroby a tranzitu... Môžeme ich vnímať ako kategórie rovnováhy. Prognózy vývoja spotreby signalizujú vzostupný trend, aj keď v podmienkach Slovenska zaznamenávame dočasný pokles vplyvom relatívnej stagnácie niektorých priemyselných odvetví a poľnohospodárstva.<sup>3,16)</sup> Memento konečnosti fosilných zdrojov na Zemi a permanentný zápas človeka o kvalitu životného prostredia núti ľudstvo v záujme prežitia hľadať nové zdroje a možnosti zásobovania energiami, kde hlavným cieľom je maxi-



málne zblížovanie uvedených kategórií, ako zdanlivých protipólov.<sup>5,14)</sup> Ideálom v našich podmienkach je tzv. *tretinový model zdrojov* (konvenčných, obnoviteľných a jadra). Jednou z možností (nie však jedinou) ako naplniť kritériá modernej a ekologickej výroby energie je diverzifikovať zdroje na báze potenciálu prírody a uplatňovať progresívne výrobné technológie pri energetickej konverzii fosílnych zdrojov.<sup>19)</sup> Vnútorne kategórie rovnováhy by mali tvoriť základnú filozofiu a rámec exploatácie a ochrany životného prostredia pre existenciu človeka. Podľa zverejnenej správy celosvetovej organizácie ochrany životného prostredia (WWF – World Wildlife Fund) za rok 2004, ľudská spotreba prirodzených zdrojov v súčasnosti prekračuje o 20 % regeneračnú kapacitu Zeme, čím je ohrozené ľudstvo ekologickými katastrofami. Spotreba energie je najrýchlejšie rastúcim komponentom. V rokoch 1961 – 2001 vzrástla o viac ako 700 %.<sup>18)</sup> Je to memento pre budúcnosť.

### 3.2 Impulzy rozvoja

Výstavba a rozvoj výrobných energetických zariadení je vždy dôsledok konkrétneho impulzu. Môže ním byť rovnako ochrana životného prostredia, cena alebo technologická inovácia ako fenomén modernizácie. Exaktne stanoviť hierarchiu impulzov rozvoja nie je možné, ale zvyčajne je to výsledok kombinácie nasledovných skupín a ich súčastí:

- **prírodných** (hodnoty krajiny, normatívy ochrany krajiny, klimatologické a klimatické podmienky, potenciál prvotných energetických zdrojov),
- **sídelných** (stupeň urbanizácie, životný štýl obyvateľstva, potenciál energetickej prenosovej infraštruktúry),
- **ekonomických** (energetická náročnosť hospodárskych sektorov, ekonomická (ne)výhodnosť primárnych energetických zdrojov, minimalizácia prevádzkových a jednotkových nákladov, hustota zdrojov, investičné náklady, legislatívny rámec, globalizácia trhu a dostupnosť energie a iné).

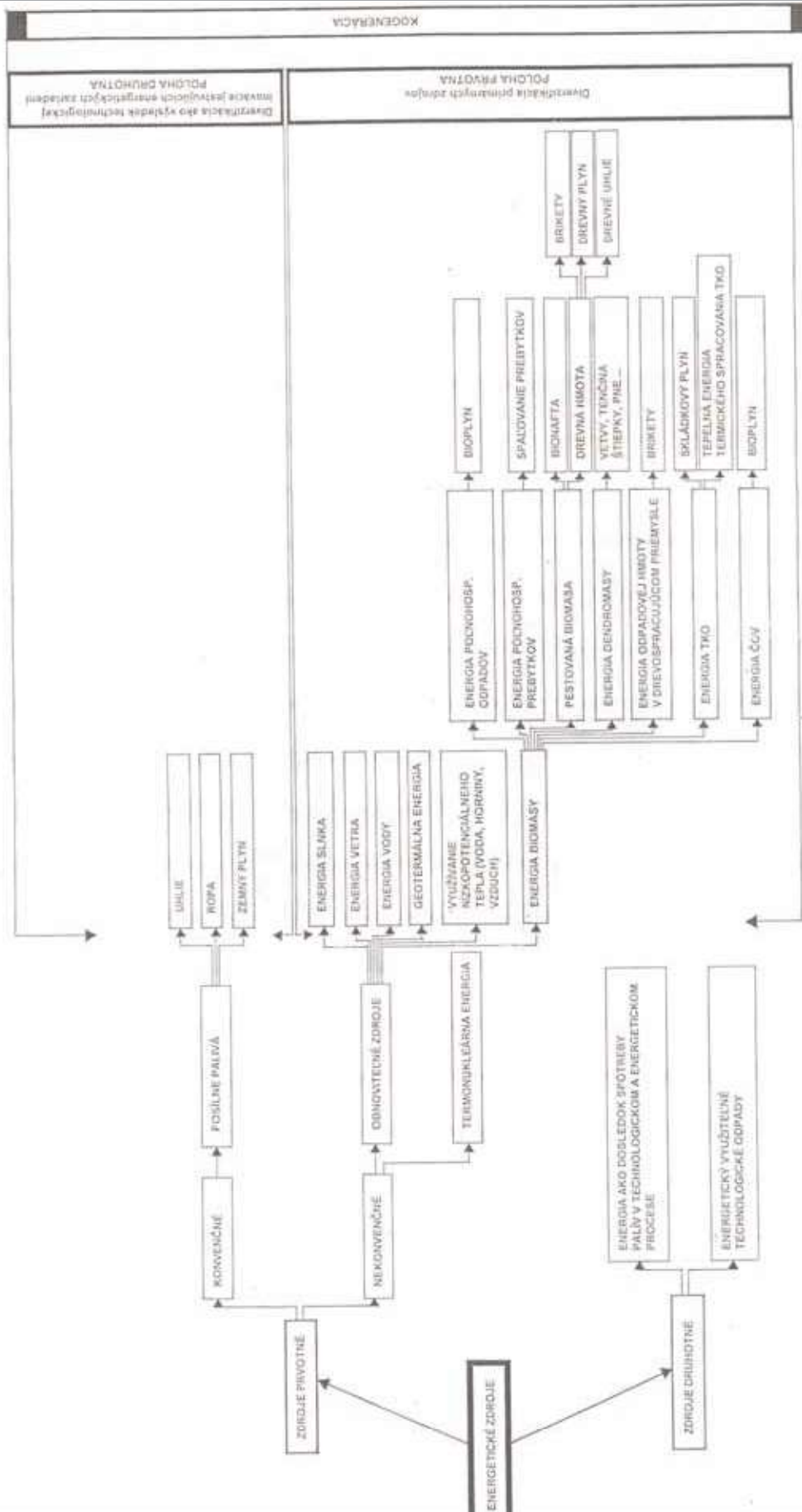
### 3.3 Energetické scenáre

Východiská tvorby energetických scenárov jednotlivých krajín sú spravidla odvodené od vyššie spomínaných impulzov rozvoja. Vo všeobecnosti sú ale premenné v závislosti od politicko-hospodárskej sily a záujmov štátu v presadzovaní priority zdrojov energetických „skeletov“. Podiel jednotlivých primárnych zdrojov je relatívne pohyblivý. Je diktovaný (ideálne by bolo, ak by bol rovnovážne optimalizovaný) najmä hospodárskou lobby a tak môžeme registrovať časté strety ekonomicko-hospodárskych záujmov s predstaviteľmi environmentálnych združení. Energetické skelety sú odrazom istej bázy energetickej veľkovýroby, ktorá odráža aj štruktúru primárnych zdrojov. Každý štát má inú zdrojovú pozíciu, ale aj inú hospodársku silu.

V podmienkach Slovenska model využívania primárnych zdrojov sa pohybuje medzi fosílnymi zdrojmi, termonukleárnou energiou a obnoviteľnými zdrojmi, najmä využívanie hydropotenciálu.<sup>20)</sup> Iná štruktúrna možnosť nie je ani v krajinách západnej Európy, aj

keď energetické využívanie jednotlivých zdrojov je rôznorodé. Pyramída záujmov spoločnosti musí vo vrchole odrážať záujem o kvalitu životného prostredia a následne v podsystéme ostatné záujmy. Tak hovorí ľudská logika v záujme zachovania života.<sup>13)</sup> Na Slovensku sa v súčasnosti využíva skelet výrobných energetických zariadení veľkovýrobného (priemyselného) charakteru zdedený z čias industrializačného procesu 60 – 70 - tých rokov minulého storočia (2 bloky JE Jaslovské Bohunice, 3 klasické tepelné centrály: ENO - elektrárň Nováky, EVO - elektrárň Vojany a TEKŇ - teplárň Košice, energetická „kaskáda“ Váhu) doplnený o nové energetické centrály (2 bloky JE Mochovce, zariadenie PPC Bratislava, VE Gabčíkovo a VE Žilina). Pre doposiaľ budované výrobné energetické zariadenia je preto príznačné, že technologické a stavebno-architektonické riešenia dokonale kopírujú uvedené (preferované) zdroje.

21. storočie je považované za storočie využívania obnoviteľných zdrojov nielen vo verbálnej rovine, ale programovo pomocou rôznych nástrojov (programy EÚ, direktívy komisie EÚ, napĺňanie kritérií Kiotskeho protokolu a iné). Svet čaká vzhľadom na rast spotreby tzv. *tretí globálny energetický prechod* z tradičných na obnoviteľné zdroje, inak ľudstvo neprežije. Ako vidno z obr. 1 škála možných obnoviteľných zdrojov je rozsiahla, ale praktické využitie v podmienkach Slovenska sa z rôznych dôvodov (investičné náklady, prevádzkové náklady, geologické podmienky, bezpečnosť a ochrana životného prostredia a pod.) výrazne relativizuje. V celosvetovom meradle tvoria obnoviteľné zdroje len asi 5-10 % z celkových energetických potrieb ľudstva. Aj keď sa všeobecne očakáva vzrastajúci trend ich uplatnenia v blízkej budúcnosti, pravdepodobne neprekročí 15 % -ný podiel.<sup>12)</sup> Tento fakt potvrdili aj závery svetovej energetickej konferencie v Cannes v roku 1996, ktoré predpokladajú saturáciu alternatívnych zdrojov do roku 2020 max. 20 %, kde pôjde najmä o využitie energie vody a biomasy. Dôvodov takýchto úvah je niekoľko. Ak sa na problém využitia alternatívnych zdrojov pozeráme z komerčného hľadiska, tak rozhodujúcou je tzv. „hustota“ ich výkonov, ktorá je stokrát až tisíckrát menšia ako hustota fosílnych zdrojov (investičná náročnosť, závislosť od prírodných vplyvov ako sú počasie, bezvetrie, noc a pod.), čo sa ukazuje ako zatiaľ rozhodujúci faktor. Tak napr. investičné náklady na veľké elektrárne využívajúce obnoviteľné zdroje sú až 10-krát vyššie ako pri uhoľných alebo jadrových elektrárnach. Na tento problém sa nedá vždy pozerat len pragmaticky z pohľadu ekonomiky vstupov a výstupov, ale je ho potrebné vnímať ako environmentálnu nevyhnutnosť, ktorú je možné dosiahnuť rôznymi stimulačnými nástrojmi a primeranou osvetou. Veľa krajín vo svete má napr. špeciálne označenie výrobkov, ktoré boli vyrobené na báze obnoviteľných zdrojov energie. V našich podmienkach skôr ojedinelými pokusmi možno nazvať využívanie vetra či nízkopotenciálneho tepla napr. z vody (tepelné čerpadlá v kúpeľoch Bojnice, 800 kW „teplárň“ s využitím tepelného čerpadla - kúpele Vyšné Ružbachy). Rozvoj energetiky a výstavba energetických zariadení na Slovensku vychádza z dlhodobej orientácie na fosílné zdroje. Energetická koncepcia SR do roku 2005 schválená vládou SR, predpokladá na



obr. 1



zabezpečenie krytia poklesu spaľovania uhlia, vzostup využitia zemného plynu, zvýšenie využívania hydropotenciálu na energetické účely do roku 2005 na 65 – 70 %. Uvedené hranice odrážajú napĺňanie záväzkov SR, ktoré na seba prevzala ratifikáciou Rámcového dohovoru OSN o klimatickej zmene, ktorý vznikol v Rio de Janeiro v júni 1992. Slovenská republika ho ratifikovala v roku 1994. Ďalším medzinárodným záväzkom je napĺňanie tzv. Torontského cieľa, ktorý ukladá ratifikujúcim krajinám zníženie emisií CO do roku 2005 oproti hodnotám z roku 1988, ako aj iné čiastkové dokumenty na znižovanie znečisťujúcich látok, najmä skleníkových plynov v ovzduší.

Významný energetický podiel predstavujú zariadenia zabezpečujúce komunálnu sféru. Aj tu môžeme pozorovať istú zmenu pôvodného centrálného modelu. Privatizačné a reštrukturalizačné procesy tepelných hospodárstiev mestských sídiel znamenajú čiastočnú implantáciu energetických zariadení do obytných štruktúr. Tendenciou sa stáva postupné zblížovanie miesta výroby a spotreby a tým aj minimalizácie tepelných strát, čo možno považovať za základ ideálneho modelu prekryvania výroby a spotreby energie, tak ako nás o tom napokon presvedča aj história lokalizácie prvých elektrární, ktoré boli vždy v blízkosti spotreby (parná elektrárň v Poprade z roku 1908 a jej súvis so vznikom železnice Poprad – Starý Smokovec, malá vodná elektrárň v Ľubochni z roku 1904, ktorá slúžila na elektrifikáciu lokálnej železnice na odvoz dreva ku košicko-bohumínskej železnici a pod.). Dnes už môžeme s istotou tvrdiť, že naplnením uvedeného modelu je v súčasnosti uplatnenie kogeneračných systémov výroby tepla a elektrickej energie. Na druhej strane je nevyhnutná aj transformácia tradičného nazerania na architektúru a používania výrazových prostriedkov (PPC Vuosaari B v Helsinkách, PPC Bratislava). V súčasnosti je tento trend reprezentovaný najmä technologickou revitalizáciou menších centráľ.

#### 4. Architektonické reflexie

Pri hľadaní charakteristík výstavby energetických zariadení musíme v prvom rade špecifikovať prvotné zdroje, ku ktorým je následne možné priradiť isté typologicko–architektonické charakteristiky. Základnú typologickú štruktúru tepelných centráľ na báze fosílnych zdrojov a výrobné charakteristiky môžeme rozdeliť na tieto typy [4]:

- kondenzačné elektrárne (zariadenia na výrobu elektrickej energie),
- parné teplárne (zariadenia na výrobu elektrickej energie a tepla),
- elektrárne so spaľovacími turbínami (zariadenia na výrobu elektrickej energie),
- teplárne so spaľovacími turbínami (zariadenia na výrobu elektrickej energie a tepla),
- paroplynové elektrárne (zariadenia na výrobu elektrickej energie a tepla),

- výhrevne (miestne zariadenia na výrobu tepla),
- ostatné decentralizované typy.

Typologickú štruktúru energetických centráľ na báze obnoviteľných zdrojov môžeme rozdeliť na nasledovné typy:

- vodné elektrárne,
- tepelné centrály so spaľovaním biomasy,
- veterné parky,
- zariadenia s využitím geotermálnej energie,
- solárne centrály,
- kombinované zariadenia.

Špecifickú kategóriu tvoria atómové elektrárne, ktorým sa v ďalšej časti príspevku nebudem venovať.

V súčasnom období na Slovensku sa prakticky prestali budovať energetické centrály **tradičného** charakteru s využitím spaľovania uhlia s tradičnými architektonickými symbolmi, akými boli neodmysliteľné vysoké murované komíny a „ihlany“ skládok uhlia. Orientácia v energetickom priemysle je ekologizácia v súčasnom reťazci výroby a zdrojov a postupne aj na obnoviteľné zdroje, ak abstrahujeme od zhodnocovania potenciálu vody.<sup>20)</sup>

Reštrukturalizácia prvotných zdrojov paralelne s technickým pokrokom v technologických systémoch a pôsobením trhu sú dôvodom na „**transformáciu**“ tradičných pohľadov na lokalizáciu energetických zariadení, ktoré evokujú aj nové pohľady na architektúru. Môžeme registrovať istý posun v lokalizácii výrobných zariadení, keď začínajú mať „provokatívnu“ polohu v území a v samotnom uplatňovaní výrazových prostriedkov. Sú omnoho civiliznejšie, ba dokonca, tak ako aj pri iných výrobných zariadeniach sa uplatňujú prvky menej typické pre **tradičnú** výrobnú architektúru.

#### 4. 1 Energia a architektúra

Výroba (konverzia) energie pre zásobovanie jednotlivých sektorov sa deje vo výrobných energetických zariadeniach, ktoré majú charakter výrobných súborov. Sú reprezentované technologickým súborom a stavebným objemom tak, aby vyhovovali prevádzkovým a technologickým požiadavkám výroby konkrétneho druhu energie. Ak chceme hodnotiť architektúru výrobného energetického súboru, tak si v prvom rade musíme uvedomiť účelnosť diela v konkrétnom prostredí, ktoré je odrazom istých vopred definovaných limitov (prírodných a „umelých“).

##### 4. 1. 1 Limity architektonických interpretácií

Každú architektúru pri jej vzniku rámcujú vopred definované limity, ktoré sú odrazom miery spoločenského poslania. Pri energetickej stavbe sú to nasledovné limity:

1. územno-urbanistické limity (poloha)
2. krajinnno-ekologické limity (udržateľná krajina)
3. výrobnno-kvantifikačné limity (kapacita a ekonomika)
4. výtvarno-modelačné limity (architektúra).



Územno-urbanistické limity. Povedané tradičným odborným jazykom ide o urbanistický kontext energetického zariadenia, v ktorom sa definuje polohový vzťah k okolitej štruktúre z hľadiska možných súvislostí k činnostiam človeka (bývanie, práca, rekreácia) a v zmysle napĺňania legislatívno-právnych normatívo platných v danom území (územný plán, ochranné pásma, ochrana prírody, ochrana objektov, hladina hluku, emisie a pod.). Konverzia prvotného energetického zdroja sa v tomto rámci premieta s efektom diverzifikácie výrobných zariadení v troch možných polohách: 1. dom - budova (domový zdroj), 2. obytné územie (okrsková výhrevňa, kogenerátorová elektrárňa), 3. priemyselné územie (priemyselná elektrárňa, mestská centrála). Každá z uvedených polôh má však osobité kritériá pre uplatňovanie efektu diverzifikácie energetických zdrojov.

Krajinnno-ekologické limity. Fenomén trvalej udržateľnosti je východiskom kreovania krajinnno-ekologických limitov pri zhodnocovaní energetických zdrojov v dvoch polohách: 1. zdroja, t. j. lokality a spôsobu získavania, 2. dopad procesov energetickej premeny v danom území (miesto výroby a spotreby energie). Výrobné energetické zariadenie považujeme za celostnú súčasť krajiny, ktorú chápeme ako estetickú kategóriu ovplyvňovanú a zámerne modelovanú človekom. Energetická centrála sa výrazne podieľa na výsledku scenérie makro a mikropriestoru krajiny. Ekologické kritériá sú impulzom hľadania nových technológií výroby energie a zároveň príležitosťou na vznik nových stavebno-architektonických foriem.

Výrobnno-kvantifikačné limity. Predstavujú zdanlivo základné kritérium pre určenie objemu hmoty a architektonickej kvality. Pri dôslednejšej analýze môžeme naraziť na samotnú podstatu priamej úmery vzťahu architektonickej hodnoty a výrobnnej kapacity, kde je možné aj bez aplikácie vedeckých metód konštatovať absenciu uvedeného vzťahu. Pri analýze týchto limitov je potrebné stanoviť „okrajové“ podmienky v súvislosti s výrobnou kapacitou a následného generovania hmoty. Tento základný poznatok si vyžaduje pri architektonickej tvorbe a hodnotení architektúry individuálny prístup.

S istou mierou schematickejšť môžeme pre skúmanie vzťahu architektúry a výrobnnej (energetickej) kapacity stanoviť tri základné kategórie výrobných zariadení :

1. domový mikrozdroj s výkonom do 500 kW (1. významová skupina);
2. podniková malovýrobná centrála s výkonom do 1 MW (2. významová skupina);
3. energetická centrála miestneho (mestského) významu s výkonom nad 1 MW (3. významová skupina).

Výtvarno-modelačné limity (architektúra). Architektúra energetickej výroby je výsledok multidisciplinárny, zohľadňujúci celý rad spomínaných faktorov. Je to vždy celok s participáciou prírodných a umelých prvkov vystupujúci smerom navonok v jednote obsahu a formy, tak ako to hovorí, okrem iného, aj klasická definícia účelnosti architektúry. Účinok estetického pôsobenia je závislý od váhy jednotlivých zložiek, ktoré sú

modelovo v rovnováhe. Ale vždy to neplatí. Úžitková hodnota je odrazom tzv. *prvej projektovej roviny*, v ktorej ide o napĺňanie technických (kapacitných) a legislatívnych parametrov stavby, teda v konečnom dôsledku je to napĺňanie obsahových parametrov (účelu) a tzv. *druhej projektovej roviny*, kde ide o celkové architektonicko-krajinárske riešenie energetického diela pomocou výrazových architektonických nástrojov (kompozícia, konštrukcia, materiál, farebnosť a pod.). Prvá a druhá rovina sú pritom relatívne vždy rovnocenné v priebehu celého návrhového a realizačného procesu. Návrh výrobného zariadenia je procesom koordinácie parametrov a požiadaviek na jednej strane a procesom hľadania konsenzu prírodných a umelých prvkov na druhej strane. Celkový esteticko-výtvarný účinok stavby je ale vždy diferencovaný ako odraz jedinečnosti krajinného prostredia, lokality (*genia loci*), a konkrétneho energetického potenciálu. Medzi základné výtvarné kategórie uplatňované pri architektonickej tvorbe radíme: mierku, proporciu, harmóniu, rytmus, symetriu a asymetriu, tektoniku, znaky a symboliku výrazových prvkov detailu a celku.

## 4. 2 Súčasnú architektonické trendy

Výstavba výrobných energetických zariadení je v prvom rade odrazom konverzie prvotného energetického zdroja. Bez uvedomenia si tohoto atribútu sa nedajú analyzovať tendencie výstavby. Napriek tomu možno za spoločné prevádzkové celky v energetickom zariadení považovať nasledovné: priestor spaľovania (konverzie) prvotného zdroja, priestor tzv. medzistrojovne, priestor strojovne (turbínová hala - pri výrobe elektrickej energie pomocou pary) a priestory pomocných prevádzok, ktoré sú nositeľmi charakteristickej hmotovej štruktúry (zásobníky, sklady, regulačné prvky a pod.). Pri týchto stavbách je veľa dôvodov na uplatňovanie Sullivanovho hesla z úsvitu modernej architektúry: „forma sleduje funkciu“. Tým najvýznamnejším formotvorným prvkom je technológia. Novodobé technológie procesu konverzie energie sú v architektúre prezentované ako jednotný technologický tok s typickými výrazovými prvkami, napr. zásobníky paliva (energetické silá), spaľovacie agregáty (kotle), technologické prvky chladenia (chladiace veže), odpadu (oceľové komíny), prvky transformácie a regulácie a pod. Sú to základné ikony energetického priemyslu, ktoré sa výrazovo transformujú priamoúmerne s vývojom technológie a architektúry. Charakterizovať súčasné trendy architektúry v energetike nie je možné bez rámcových poznatkov o technologických inováciách. Nastáva tzv. efekt kompresie, keď sa technológie racionalizujú, znižujú a zároveň výkonovo rastú. Tento vývojový trend sa odráža v architektúre v rozmerovo menších hmotách s tzv. *uzavretou alebo otvorenou* technológiou ako introvertná architektúra alebo naopak ako „otvorené energetické divadlo“. Prvá skupina je zahalená istou mierou anonymitou funkcie, druhá sa navonok prezentuje „technickým dizajnom“, väčšou čitateľnosťou technologickej skladby v kompozícii celku (obr. 2,3). Stupeň odkrytia technológie a jej vonkajšej prezentácie mení aj postavenie architekta z polohy



tvorcu konceptu do polohy koordinátora diela. Estetický rozmer sa presúva do polohy dizajnu technologických prvkov. Nadradenosť technologického procesu často prerastá rámec cieľavedomej modelácie architektonickej hmoty a technologické fragmenty preberajú funkciu nositeľa architektonickej formy, ale aj tu by mala platiť zásada funkčnej a výtvarnej jednoty technológie a architektonickej obálky. Techniku a technológiu je potrebné vnímať so zreteľom na jej poslanie, ktoré je premenné v závislosti na druhu prvotného energetického zdroja. Na základe analýzy architektonických foriem (vybraných konkrétnych riešení) je možné architektúru výrobných energetických zariadení rozdeliť do nasledovných reprezentatívnych celkov:

#### Konvenčná architektúra

Jej vznik môžeme registrovať počiatkom 60-tych rokov s pokračovaním v 70-tych rokoch 20. storočia v súvislosti s nástupom industrializácie extenzívneho charakteru. Išlo o budovanie klasických kondenzačných elektrární a parných teplární v takmer šablónovej skladbe výrazových prvkov (mohutná kotolňa a strojovňa, objemné komínové telesá a sústava vonkajších dopravníkov pevného paliva vedených do priestoru kotolne) [2], ale aj moderné teplárne v mestskom prostredí. Uplatnenie v súčasnom energetickom priemysle je skôr ojedinelým javom.

#### Príklad 1

**Tepláreň vo Frankfurte nad Mohanom (Nemecko) – kategória: konvenčný fosílny zdroj**



Obr. 4 Mestská tepláreň vo Frankfurte n/Mohanom

Príklad funkcionalistickej „režnej“ architektúry teplárne, ktorá má navyše netradičnú polohu. Je v centre mesta a navonok pôsobí ako kompozične vyvážená šedočervená maketa s typickým výrazom energetickej stavby s tradičnými ikonami.

#### Príklad 2

**Paroplynová elektráreň Vuosaari B v Helsinkách (Fínsko) – kategória: konvenčný fosílny zdroj**



Obr. 5 Situácia PPC centrály – Vuosaari B v Helsinkách [10]



Obr. 6 Architektúra v zeleni (Vuosaari B v Helsinkách) [10]

463 MW paroplynová centrála je tak trochu schizofrenická. Na jednej strane sú tu uplatnené najmodernejšie technologické súbory – 2 bloky kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie, ale z hľadiska architektúry má konvenčný výraz (hmotová kompozícia, farebnosť...). Jej tvorca architekt Mikko Laakkonen podriadil architektúru prostrediu – okolitej krajine čím vznikol dojem „zeleného energetického satelitu“, ale v podstate išlo o rozšírenie výrobnnej kapacity a výmenu jestvujúceho staršieho uhoľného systému v danej lokalite. Projekt bol ukončený a uvedený do prevádzky v roku 1997.



### Skulpturálna architektúra

Ojedinelosť tejto architektúry dokumentuje aj jej malý výskyt. Súvisí s cieľavedomým modelovaním hmoty na dosiahnutie jednoty a monumentálneho výrazu, pri ktorom je minimálna miera vonkajšieho prejavu technológie. Je to typ tzv. *introvertnej architektúry*, kde je schované všetko na hrane technických možností. Je príznačná najmä pre objekty regulácie a transformácie energie, ale sú známe aj príklady architektúry výrobných centrál (napr. segmentová tepláreň vo Viedni od architekta *M. Kohlbauera*, tepláreň v Mníchove a iné).

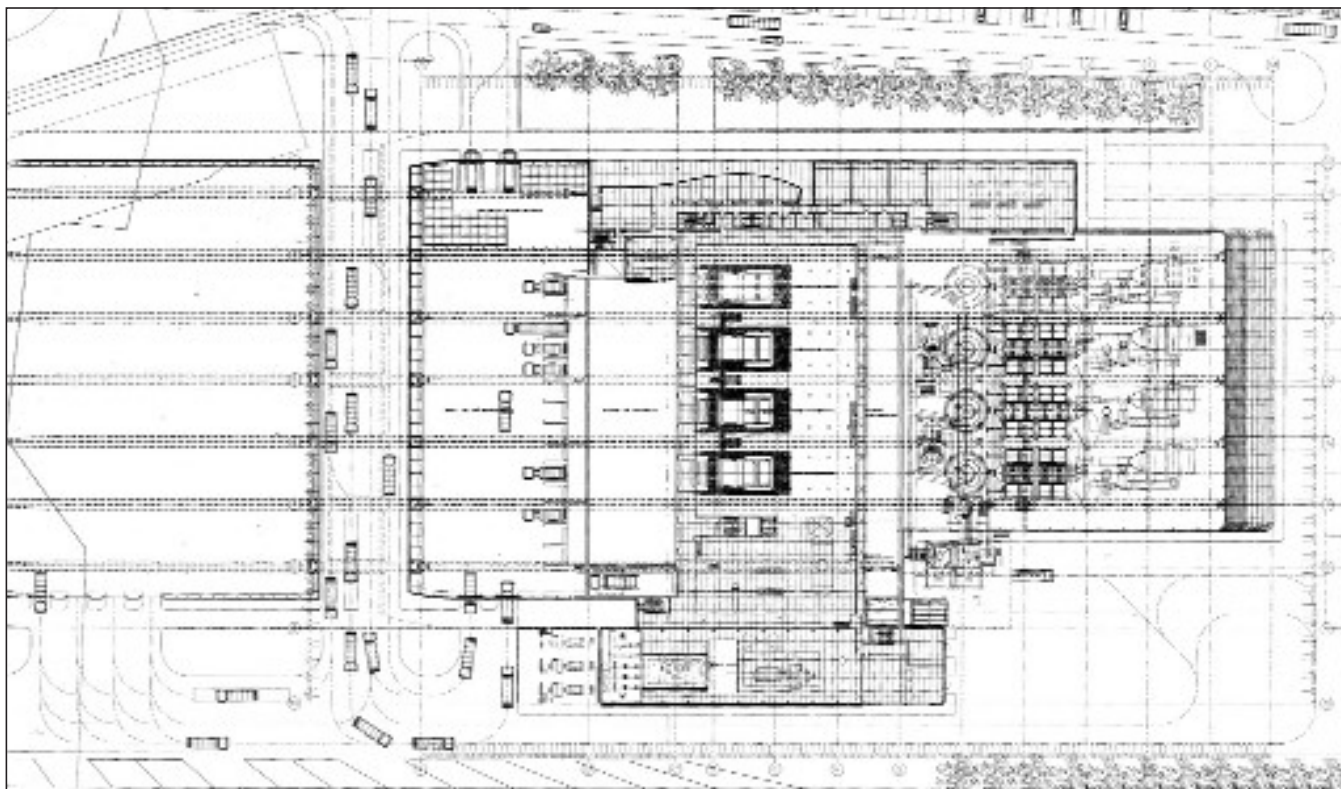
#### Príklad 3

**Spaľovňa TKO Rouen (Francúzsko) – kategória: obnoviteľný zdroj**

Stanica energetickej „valorizácie“ v priemyselnej zóne Grand - Quevilly na brehu Seiny, svedčí o namáhavom postupe autora architektonického návrhu - architekta *Clauda Vasconiho*.

K tomuto projektu pristupoval nekonvenčne na základe svojich poznatkov z oblasti tvorby priemyselných budov. Známe je jeho tvrdenie, že „... inžinieri nevedia robiť symbiózu medzi architektonickým priestorom projektu a jeho priemyselnou súvislosťou, majú tendencie aditívneho radenia strojov vedľa seba čím vytvárajú rozmnožujúcu sa schému. Zásah architekta prináša uskutočnenie logiky ukladania a väzby priestorov a technológie....“.

Tvar budovy spaľovne obsahujúcej 4 spaľovacie pece, je natiahnutý do monobloku a je transformovaným symbolom mäkkosti krajiny a horizontálneho vrstvenia technológie.



Obr. 7 Pôdorys monobloku spaľovne TKO v Rouen [8]



Obr. 8 Model kontextu spaľovne s prostredím (spaľovňa TKO v Rouen)

Výška objektu bola limitovaná, čím celý komplex dostal aj značnú horizontálnu dimenziu a ľahkosť. Vasconiho prístup k návrhu spaľovne je porovnateľný s návrhom nemocnice. Vyjadriť dostatočnú hygienu prevádzky, ukázať „nulovú chybu“ a „nulové znečistenie“ medzi začiatkom procesu a vypúšťaním filtrovaných plynov, vyjadrujúci symbolicky modernú spaľovaciu stanicu [8].



**Príklad 4**  
**Tepláreň v Kodani – kategória: kombinovaný zdroj**

*Obr. 9 Monumentálna architektúra spaľovacej centrály s kombinovaným zdrojom (plyn a biomasa) v Kodani*

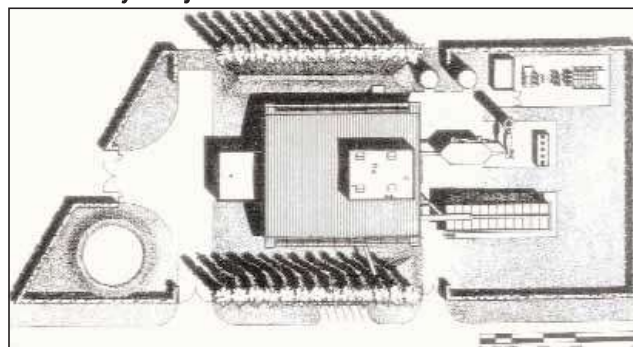


Realizovaný projekt od skupiny dánskych architektov (*Claus Bjarrum & Jergen Hauxner, krajinný architekt Henrik Ulfstedt & Malene Hauxner*) z roku 1991 priťahuje odbornú verejnosť najmä svojim nešedným, ale jednotným architektonickým výrazom a materiálovým prevedením. Je situovaná na okraji Kodane na miernom umelom návrší. Z diaľkových pohľadov je vnímaná ako súbor sôch – narastajúcich zrezaných kvádrov, v ktorých sú situované uzavreté technologické celky. Je introvertnou monumentálnou architektúrou s minimálnym množstvom otvorov na fasáde jednotlivých kvádrov. Jednotný metalický povrch fasády umocňuje výtvarný účinok, najmä pri západe slnka. Disponuje aj ďalšou zvláštnosťou - napriek tomu, že ide o energetickú stavbu so spaľovaním plynu, nosná konštrukcia je z ocele [9].

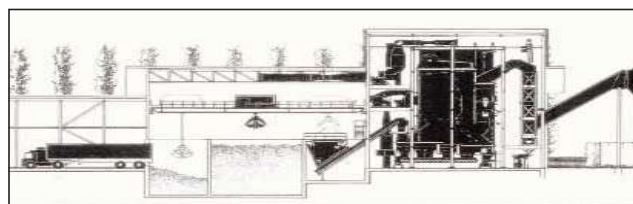
**High-tech architektúra**

Architektúra 90-tych rokov a súčasnosti prezentujúca sa ako čitateľná skladačka technologických prvkov, pričom takýto výraz možno považovať za progresívny trend vyplývajúci z technického pokroku, ktorý umožňuje veľkú časť technológie „stavebne“ racionalizovať, t.j. bez stavebného obalu až po extrém realizácie elektrárne len prístreškom.

**Príklad 5**  
**Spaľovňa bioodpadu v Suffolku ( Anglicku) – kategória: obnoviteľný zdroj**



*Obr. 10 Situácia spaľovne poľnohospodárskeho odpadu v Suffolku [9]*



*Obr. 11 Prezentácia priestorových nárokov technológie v rozvinutej línii (Suffolk) [9]*





Vítězný projekt v sůtaži od architekta *Lifschutza Davidsona* z roku 1990 je koncipovaný na „zelenej lúke“, keď sa farmári v príľahlom okolí dohodli na spoločnej investícii – energetickom zhodnocovaní odpadu. Výrobňa energie zásobuje teplom asi 12 500 domácností v neďalekom mestečku Suffolk. Jej celkový výkon je 12,5 MW a ročne spáli 125 000 ton odpadu z fariem.

Architektúra má moderný priemyselný výraz s adíciou hmôt vyplývajúcich z technologických celkov: **zásobovanie, dávkovanie a spaľovanie** – do monobloku, ktorého architektonická obálka kopíruje technológiu a zároveň pripomína „farmársku halu“, tzv. voľných aparátúr – odlučovačov s telesom komína, a preberacou stanicou tepla s príslušenstvom. Materiálovo a farebne je celok riešený v jednotnom duchu.



Obr. 12 Výsledok architektonickej obálky (Suffolk) [9]

Obr. 13 Detail architektúry – väzba tradičného chápania architektúry hmoty a technologického solitéru (Suffolk) [9]





## 5. Záver

Rozmery energetického priemyslu sú mnohoraké. Ich spoločným menovateľom je snaha o zvýšenie kvality životného prostredia a napĺňanie medzinárodných konvencií trvalej udržateľnosti života. Je to povinnosťou každej generácie a odborníkov zo všetkých oblastí v mene prežitia človeka na Zemi. Je to aj úloha pre architektov participovať na tvorbe výrobných energetických zariadení, hoci v danom reťazci je ich poloha zdanlivo okrajová. „Pekná architektúra nie je drahšia, pretože keď majiteľ diela šetrí svoje peniaze a donúti architekta navrhnuť projekt priemernej kvality, nakoniec sa stavba stane ešte drahšou, lebo vyžaduje väčšiu údržbu vzhľadom k životnosti použitých materiálov. Navyše, stavba pôsobí často zlým dojmom v okolitej krajine...“ [8] Uvedené myšlienky si zaslúžia pozornosť a uplatnenie v architektúre stavieb pre energetiku.

## Literatúra

- [1] BALÁK, R.: Nové zdroje energie. - Praha: SNTL, 1989.
- [2] HLAVÁČEK, E.: Architektura pohybu a proměn (Minulost a přítomnost průmyslové architektury). - Praha: Odeon, 1985.
- [3] ILKOVIČ, J. : Nové trendy vo výstavbe energetických zariadení.  
In: Stavba. - ISSN 1335-5406. - Roč. 5, č. 2 (2002), s. 17 - 21.
- [4] KADRNOŽKA, J.: Tepelné elektrárny a teplárny. - Praha: SNTL, 1984. - S. 11,15.
- [5] ŠOCH, J.: Výzkum a vývoj energetických zdrojů třetího tisíciletí.  
In: Obnovitelné zdroje energie. - Praha: FCC PUBLIC, 1994. - S. 7-15.
- [6] Energia biomasy - principy a aplikace. Program THERMIE EÚ (RE 11), IDAE Madrid, 1997, 24 s.
- [7] The architectural REVIEW, 1/1994.
- [8] Techniques & Architecture, č. 443, 06/1999.
- [9] Architektur DK, 1991,
- [10] <http://www.helsinginenergia.fi>

## Poznámky

- <sup>11</sup> Výskumný projekt FA VEGA č. 1/1132/04: Priestorové aspekty diverzifikácie a reštrukturalizácie priemyselnej výroby v kontexte integračných tendencií. (2003-2005). Ved. projektu: Ján Ilkovič.
- <sup>12</sup> Sú krajiny, ktoré majú ambície využívania obnoviteľných zdrojov a pripravujú významné pilotné projekty (Dánsko, USA, Holandsko). Azda najvýraznejšie vystupuje Dánsko, ktoré sa zaviazalo, že v priebehu 30. rokov preorientuje celú potrebu elektrickej energie na obnoviteľné zdroje a najmä veternú energiu.
- <sup>13</sup> Pojem „mäkké cesty energetického vývoja“ (soft energy path) definoval ako prvý známy propagátor zmien v prístupe rozvinutého sveta k energii – Američan Amory B. Lovins a vo

svojej filozofii šetrenia prírodnými zdrojmi zavádza aj pojmy ako: „negawat“ a „negagalón“, ktoré odrážajú nespotrebovanú energiu ako najvýhodnejší zdroj.

<sup>14</sup> Teóriou rovnováhy zdrojov v energetike sa zaoberá D. Moskovitz, analytik pre energetiku v USA.

<sup>15</sup> Program jadrovej energetiky je celosvetovo v útlme, až na krajiny ako Švédsko, Japonsko a Čína.

<sup>16</sup> Nová energetická koncepcia štátu predpokladá ďalší pokles spotreby energie, najmä elektrickej vplyvom reštrukturalizácie strojárkeho a hutníckeho priemyslu ako dvoch najväčších odberateľov. Je všeobecne známe, že pri exporte tovarov týchto odvetví dochádza k minimálnemu zhodnoteniu vloženej energie v porovnaní s nákupnou cenou primárnych zdrojov a tak úspory energie sa stávajú naliehavou témou spoločenskej diskusie, najmä pri vzostupe ich cien.

<sup>17</sup> V EÚ vstúpil 16. februára 2005 do platnosti Kiotsky protokol o znižovaní skleníkových plynov.

<sup>18</sup> Euroactiv a WWF: WWF update on alarming state of the world, 2004.

<sup>19</sup> Závery 19. svetového energetického kongresu. Sydney, 2004, <http://www.worldenergy.org>

<sup>20</sup> Analýze architektúry vodných elektrární sú venované publikované autorské práce v zdrojoch viď Annual Report FA STU, 2001 – 2003.

## Recenzný posudok

Predkladaný príspevok docenta Jána Ilkoviča spracovaný v rámci grantovej úlohy VEGA č. 1/1132/04 sa zaoberá spoločensky aktuálnou témou. Autor v ňom sleduje súčasné trendy konverzie „tradičných a obnoviteľných“ zdrojov v energetickom priemysle a ich symbiózu s architektonickým výrazom.

Článok nastoľuje východiská - súčasný rozsah spotreby, nutnosť zabezpečenia rovnováhy zdrojov a spotreby, ako i nevyhnutnosť dosiahnutia únosného (udržateľného) zaťaženia prírodného prostredia, kategorizuje impulzy rozvoja a sleduje možné energetické scenáre. Rovnako systematicky mapuje architektonické formy, typologické druhy a trendy vývoja zariadení na výrobu elektrickej energie a tepla na báze fosílnych zdrojov a energetických centrál na báze obnoviteľných zdrojov. Nesporným prínosom článku je sledovanie limitov, ktoré podmieňujú architektonický výraz uvedených zariadení. Autor sleduje nie len výrobo-technologické a výrobo- kvantifikačné limity, ale dôraz kladie i na územno-urbanistické a krajinné-ekologické limity. Z hľadiska sledovania architektonického výrazu je podnetné členenie realizovaných výrobných energetických zariadení v Európe do reprezentatívnych skupín podľa ich formy. Článok je cenným príspevkom k problematike architektonického riešenia výrobných energetických zariadení.