

Vedecká konferencia SAŽP 2022



Zlepšenie kvality ovzdušia v obci využívaním systému centralizovaného zásobovania teplom

Autori: Ing. Július Jankovský, PhD., Apertis, s.r.o.,

Kontakt: jankovsky@apertis.eu



Váš Partner pre Energetiku

Konkurencieschopnosť SCZT

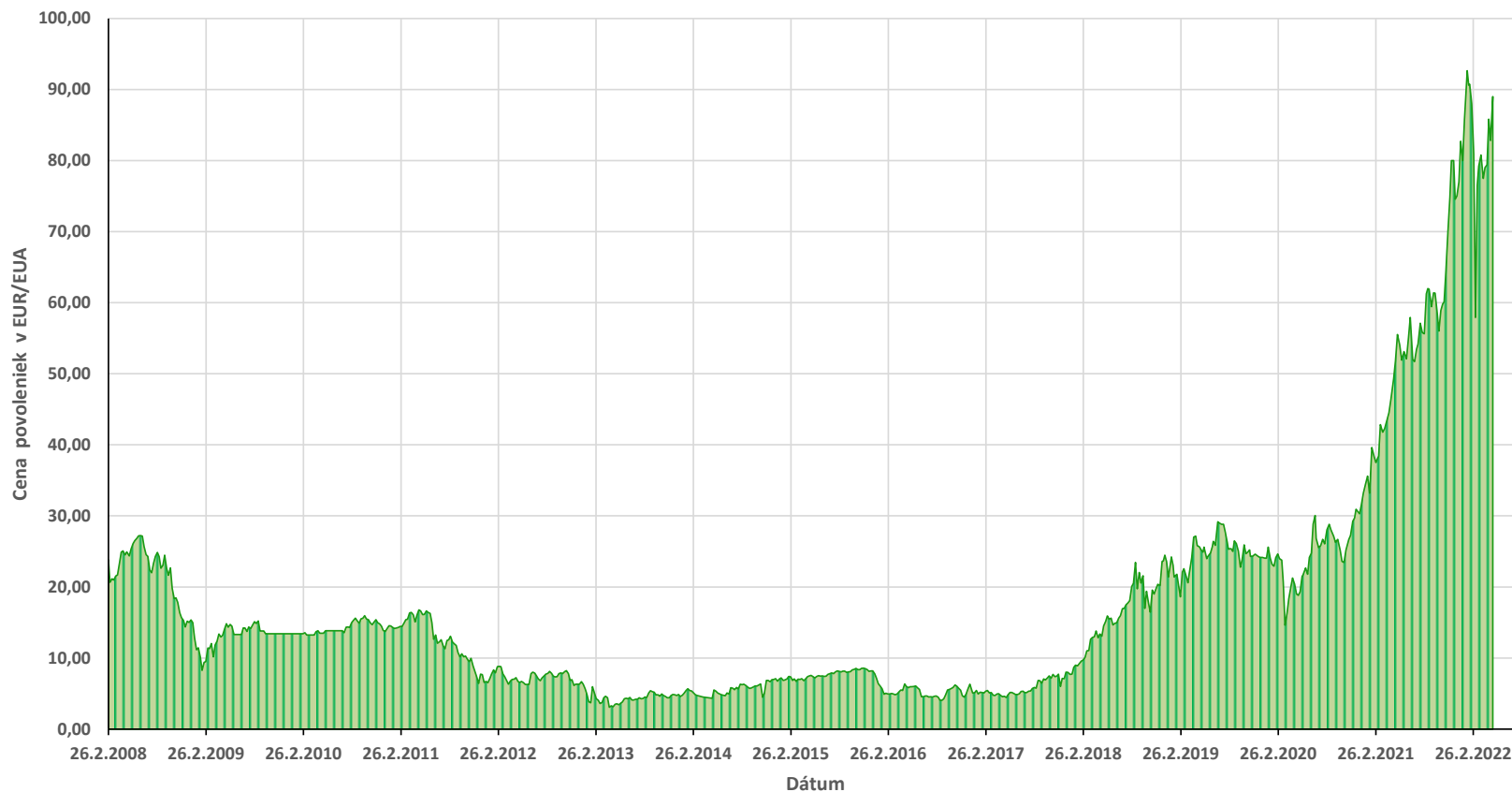
- Podľa novely Smernice Európskeho parlamentu a Rady EÚ 2018/2001 „O podpore využívania OZE“ článku 15 a) členské štáty EÚ stanovia v sektore budov **orientačný cieľ pre využívanie OZE tak, aby po roku 2030 každá budova dosahovala podiel OZE minimálne 49 %**.
- Ak dodávateľ tepla zo systému CZT chce dosiahnuť, aby sa odberatelia tepla neodpájali od SCZT, **musí zabezpečiť plnenie vyššie uvedeného cieľa na vlastnom centrálnom zdroji tepla (CZT), a preto po roku 2023 musí vyrábať teplo s vyššie uvedeným podielom OZE**.
- **SCZT musí zároveň bezpečne, spoľahlivo a ekonomicky efektívne zásobovať lokalitu teplom**, t.j. dodávka tepla musí byť energeticky efektívna pri konkurencieschopnej cene, resp. ročných nákladov na teplo.
- Priame emisie oxidu uhličitého z kombinovanej výroby, na báze fosílnych palív, **musia byť nižšie ako 270,0 g CO₂/kWh** energie na výstupe z procesu kombinovanej výroby (vrátane vykurovania/chladenia, elektriny alebo mechanickej energie). V prípade použitia ZPN potom **musí účinnosť KVET dosahovať min. 74,12 %**.

Vývoj ceny emisných povoleniek EUA

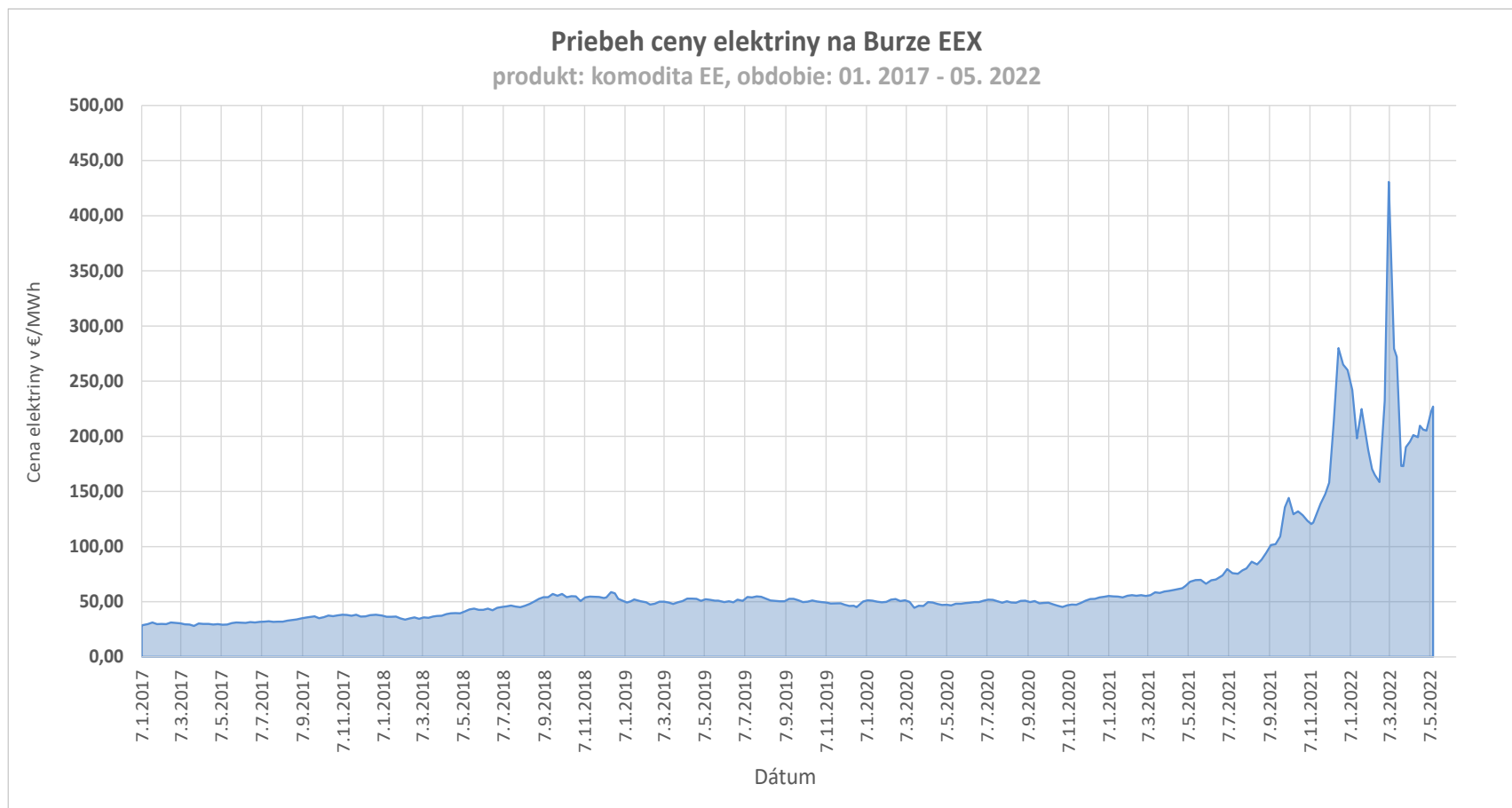
Vývoj ceny emisných povoleniek na Burze EEX

Produkt: Emisie

Obdobie: 02/2008 až 05/2022



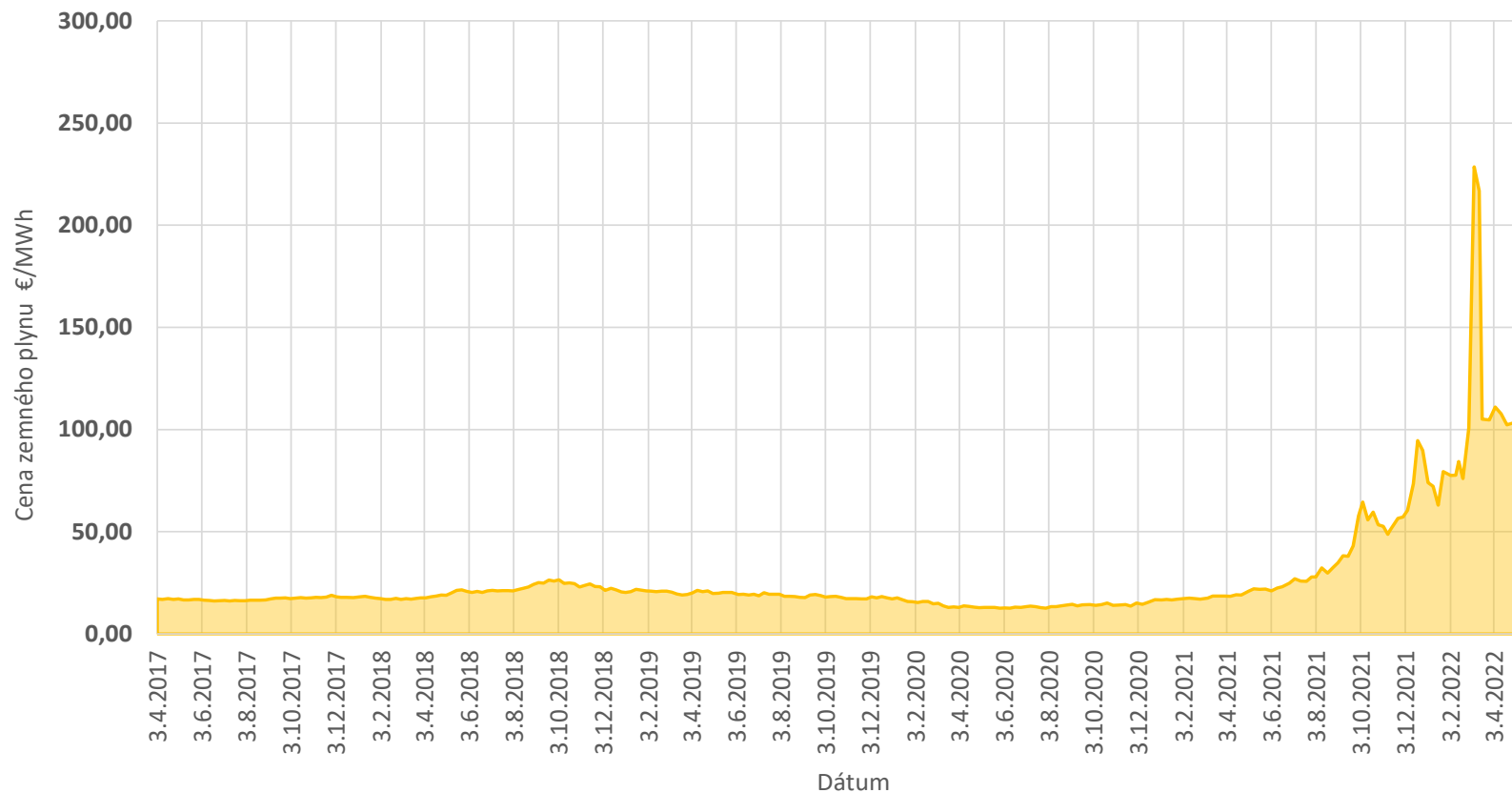
Priebeh ceny elektriny EEX - komodita



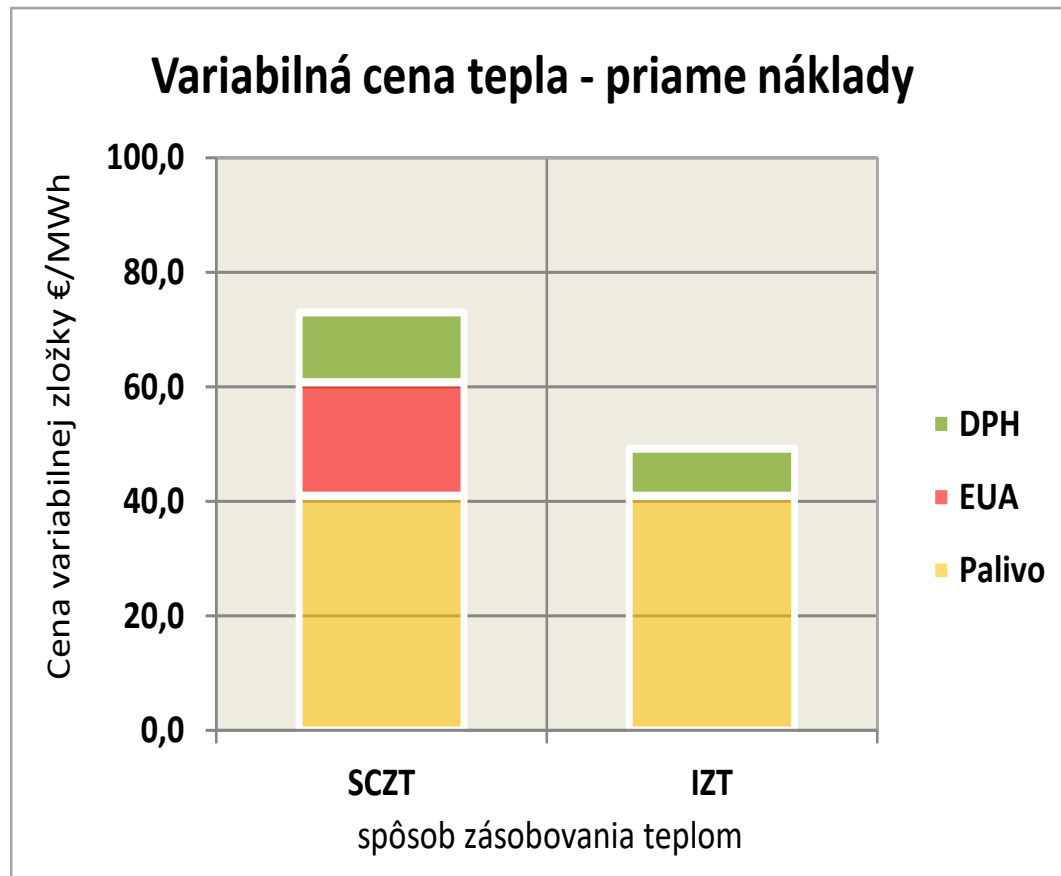
Priebeh ceny ZPN EEX - komodita

Priebeh ceny zemného plynu na Burze EEX

Produkt: NCG obdobie: 04.2017 - 05.2022



4 x väčšie poplatky a dane $C_{pal.}$ SCZT & IZT



Ako sa to dá dosiahnuť

- Využívať zdroje energie, ktoré nie sú zaťažené nákladmi na nákup emisných povoleniek – OZE, geotermálna energia a odpadové NP teplo,
- Dosiahnuť plnenie emisných limitov s čo najnižšími nákladmi na dodávané teplo v minimálnej miere používať spaľovacie procesy,
- Maximálne využívať beznákladové zdroje energie na báze slnečnej energie – termosolárne systémy, tepelné čerpadlá,
- Využívať technológie vysokoúčinnnej kombinovanej výroby elektriny a tepla (VÚKVET),
- Optimalizovať využívanie OZE a nízkopotenciálneho odpadového tepla pomocou tepelných čerpadiel a akumulácie tepla,
- Zmeniť „normu“ na dimenzovanie vykurovacích systémov tak, aby bolo možné efektívne využívať NP teplo na vykurovanie a aby sa znížili straty rozvodu tepla.

Príčiny tvorby odpadového tepla

V priemysle, energetike a službách prebiehajú procesy a operácie, pri ktorých sa časť spotrebovanej energie mení na stratové teplo, ktoré je z procesu potrebné spoľahlivo odvieť a následne eliminovať (zmariť) ako odpadové teplo v chladiacej veži alebo vo vychladzovacích jamách.

Najčastejšie príčiny vzniku stratového tepla sú:

- premeny tepelnej energie na mechanickú prácu,
- trenia točivých pohonov a prevodoviek,
- chladenie produkcie alebo technologických procesov,
- používanie teplej úžitkovej vody, ktorá odteká nevychladená do stoky atď.

Stratové teplo je nutné eliminovať

Ak by sa stratové teplo neeliminovalo procesmi chladenia, došlo by k znehodnoteniu produkcie alebo k poškodeniu, resp. havárii technológie.

Energetický potenciál stratového tepla:

Podiel odpadového tepla v lokalite je odhadovaný na cca 5,0 % podiel zo spotrebovaných primárnych zdrojov energie.

Predpokladané celkové množstvo odpadového tepla v SR je 11,25 TWh/rok, pričom odhad využiteľného tepla je 225,0 GWh/rok (810,0 TJ/rok). Reálne je množstvo nízopotenciálneho tepla podstatne vyššie, pretože v odhade nie je započítané odpadné teplo pri výrobe elektriny v konvenčných – tepelných resp. jadrových elektrárňach.

Využívání potenciálu NP tepla

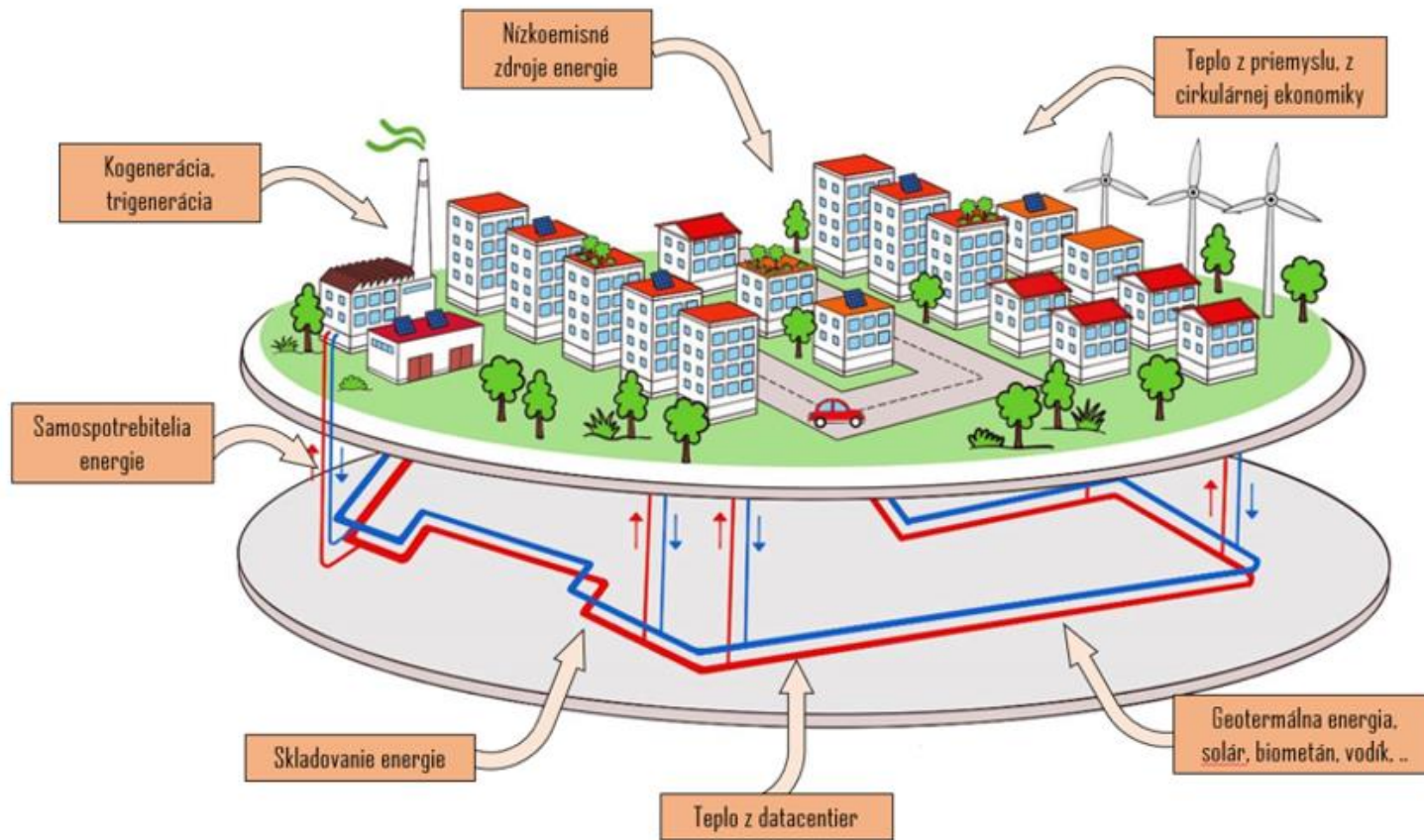
Hlavným predpokladom pre efektívne využívanie odpadového tepla je jeho zachytenie a transformácia na teplo s využiteľnou teplotou.

Dôležitá je otázka návratnosti vložených finančných prostriedkov do technických riešení (opatrení) potrebných na získanie odpadového tepla.

Pre návratnosť technického riešenia je dôležitá cena substitučnej energie (používaného zdroja energie), množstvo energie (potenciál) a ročný priebeh odberu (dodávky) tepla.

Najvhodnejšie podmienky pre nasadenie opatrení sú vo veľkých priemyselných podnikoch alebo v SCZT.

System CZT



Zariadenia na transformáciu NPT

Problémom využívania odpadového tepla je jeho nízka teplota, predovšetkým ide o „nizkopotenciálne teplo“ (NPT).

Technologické zariadenie, ktoré umožňuje zdanlivo nevyužiteľné NPT okolia transformovať na teplo s vyššou (využiteľnou) teplotou poznáme už pomerne dávno, je ním „Tepelné čerpadlo“ (TČ).

Konštruktérom prvého TČ je Slovák Aurel Stodola, jeho TČ inštalované v roku 1928 je najstaršie na svete, pritom je v prevádzke do súčasnosti. Toto TČ dodnes vykuruje radnicu v meste Zürich, jedná sa o TČ „voda/voda“ a využíva NP teplo z rieky Limat tesne po jej vyústení z Züriškého jazera.

V SR je TČ aj v súčasnosti skôr ojedinelý zdroj tepla.

Princíp funkcie tepelného čerpadla

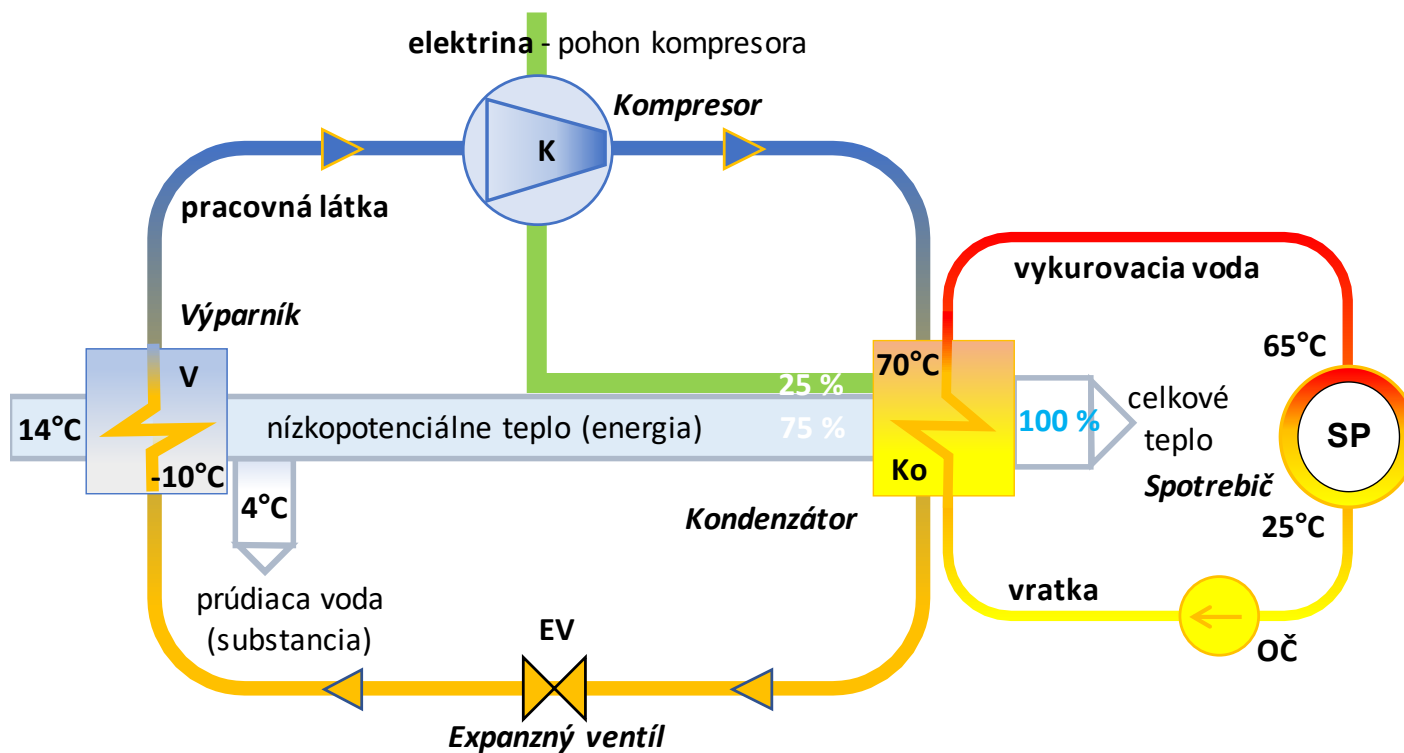
Tepelné čerpadlo je technologické zariadenie, ktoré umožňuje transformovať zdanlivo nevyužiteľné NPT z okolitého prostredia na teplotu, ktorá sa využíva v procesoch zásobovania teplom pri vykurovaní (ÚK) a príprave teplej úžitkovej vody (TÚV).

Zdrojom NPT je ovzdušie (vzduch a v ňom obsiahnutá vodná para), spaliny zo spaľovacích zariadení, odpadová, resp. chladiaca voda z priemyslu, odpadová voda z ČOV, podzemná - geotermálna a povrchová voda riek a jazier.

Z praxe vieme, že NPT transformované TČ je najvhodnejším zdrojom pre ohrev vody v bazénoch plavární a kúpalísk. V tomto prípade je možné dosiahnuť výkonové číslo (COP) TČ aj viac ako 5,0. Znamená to, že jednou jednotkou elektriny slúžiacej na pohon kompresora TČ ($1,0 \text{ kWh}_{el}$) je možné zvýšiť teplotu NPT z 22 °C na požadovanú hodnotu vykurovacieho média 35 °C a získať tak až 5,7 násobné množstvo využiteľného tepla ($1,0 \text{ kWh}_e + 4,7 \text{ kWh}_t = 5,7 \text{ kWh}_t$).

Pri vykurovaní bytov je takéto efektívne využívanie TČ možné pri nízkopotenciálnych vykurovacích systémoch (podlahovom, stenovom) vykurovaní. Teplo na prípravu TÚV predstavuje 30 % z celkovej potreby tepla má však COP 2,5. Ročné výkonové číslo SCOP (seasonal COP) tak aj pri NP systémoch býva max **4,25**.

Schéma tepelného čerpadla



Legenda:

K - Kompresor

RV - Redukčný ventil

SP - Spotrebič tepla

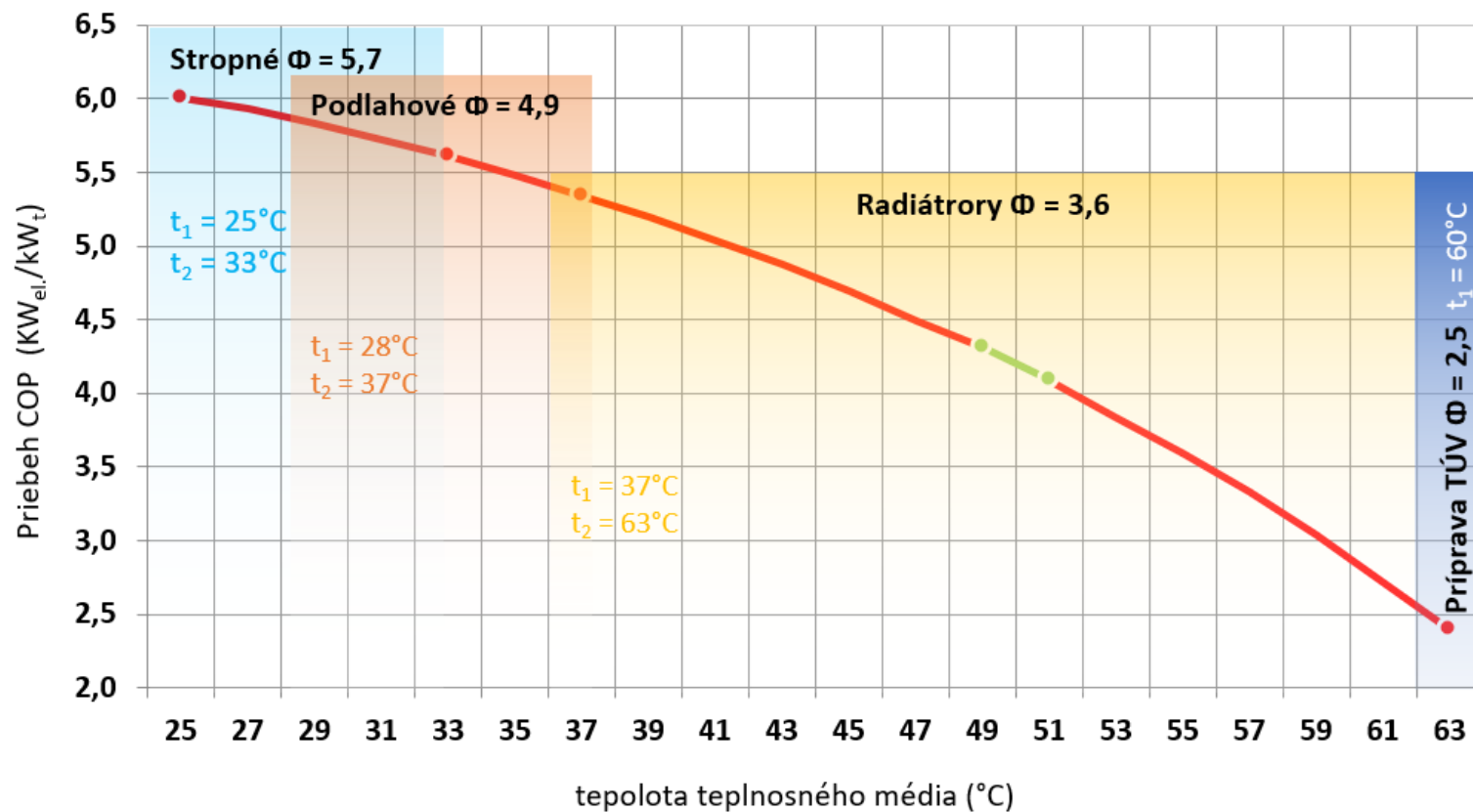
Ko - Kondenzátor

V - Výparník

OČ - Obehové čerpadlo

Výkonové číslo TČ - COP

Závislosť COP TČ od teploty teplonosného média



Biomasa ako zdroj OZE pre SCZT

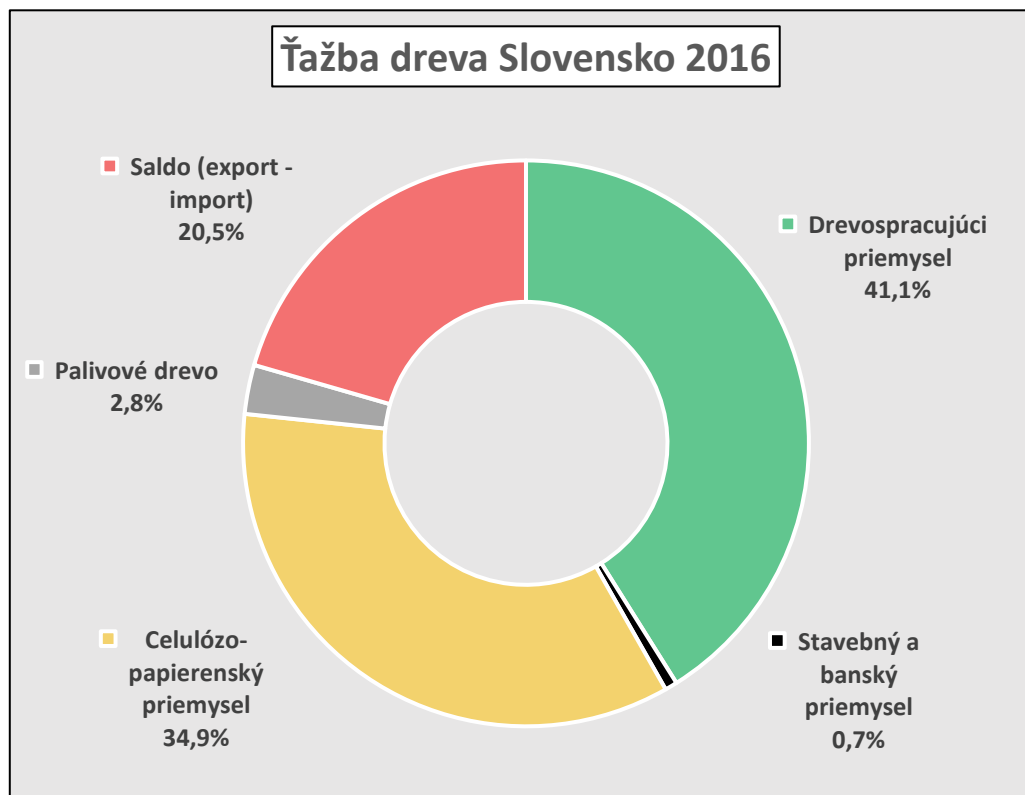
Kaskádový princíp využívania dreva má zásadu uprednostnenia spracovanie dreva na tovary s vyššou pridanou hodnotou tak, aby drevo z lesa bolo prioritne používané v drevospracujúcom priemysle, stavebníctve, výrobkoch s čo najdlhším životným cyklom.

Energia z dendromasy by mala byť generovaná z drevného odpadu - zvyškov alebo recyklovaných produktov, ktorá už nie je využiteľná na tvorbu nových produktov.

Dendromasu využívať v energetike v prípade, ak boli preskúmané ostatné možnosti jej zhodnotenia; jej transformácia na energiu – teplo sa pokladá za najmenej vhodnú možnosť využitia dreva, hoci substitučná hodnota je najvyššia viac ako cca 65,0 € za tonu zvyškov po ťažbe dendromasy v lese.

Kaskádový reťazec je teoretická koncepcia, ktorá integruje koncepcie zdrojov hospodárstva a udržateľnosti do operačného rámca.

Zvyšky po ťažbe ako OZE v zdroji KVET



Poťažbové zvyšky dreva ako biopalivo v zdroji KVET



Zvyšky z drevospracujúceho priemyslu

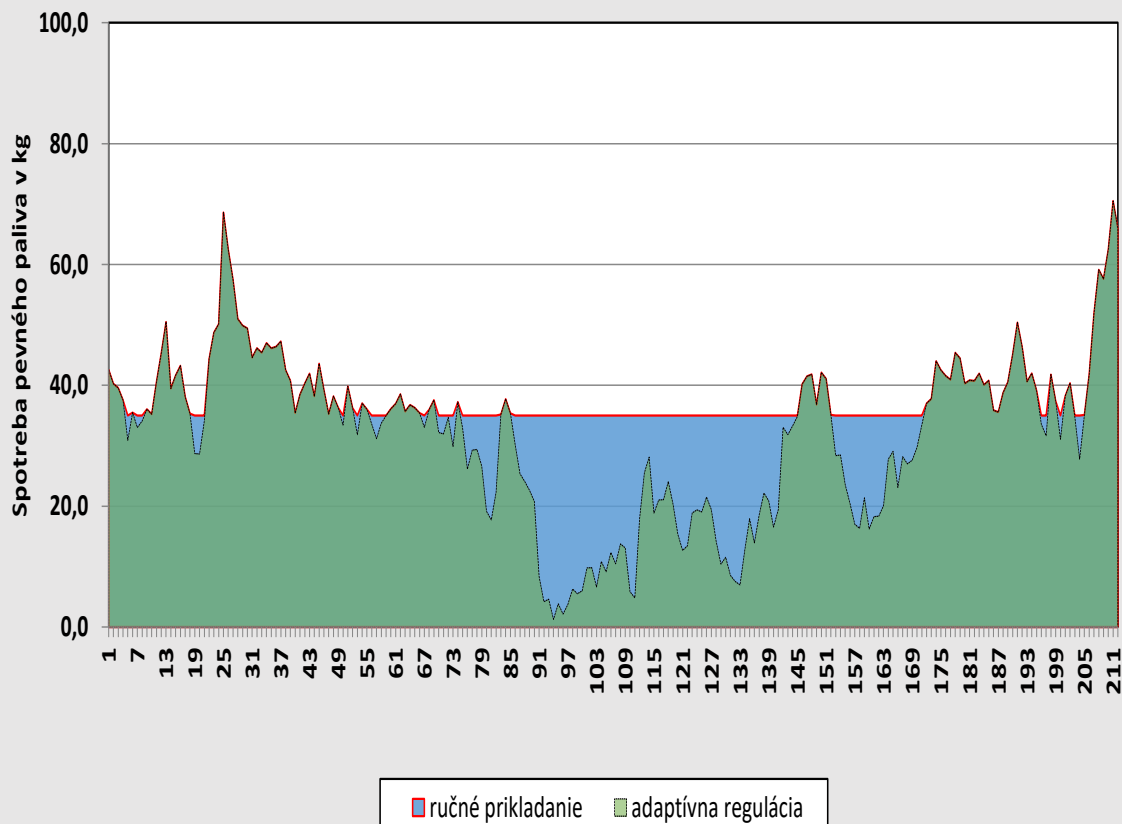
R.č.	Odvetvie DSP	M.j.	Vlastná spotreba	Dodávky na trh	Spolu
1	Drevársky priemysel	tis.t	264	840	1 104
2	Nábytkársky priemysel	tis.t	95	15	110
3	Celulózo-papierenský priemysel	tis.t	310	170	480
4	Drevospracujúci priemysel spolu	tis.t	669	1 025	1 694

Drevo ako palivo pre domácnosti



Neefektívne využívanie dreva domácnostiach

Spotreba paliva: "adaptívna regulácia" & "ručné prikladanie"



Neefektívnosť využívania dreva v individuálnych zdrojoch tepla (IZT) na pevné palivá v domácnostiach má dôvody:

IZT je jeden zdroj tepla dimenzovaný na maximum potreby vo vykurovacom období

IZT nemá riadený proces spaľovania (meranie prebytku O_2)

IZT nemá adaptívne spaľovacie zariadenie, teda pri ručnom prikladaní je dávka paliva stratená

IZT nemá žiadnu koncovú technológiu na zachytávanie škodlivých emisií

IZT nie je kontrolované z pohľadu účinnosti, emisií a používaného paliva, preto možno funguje ako lokálna spaľovňa bez akýchkoľvek filtrov, v ktorej je palivom aj obsah „smetného koša“

Porovnanie emisií IZT vs. CZT

Emisné limity pre väčší stredný zdroj znečistenia CZ tepla pre SCZT s malým zdrojom znečistenia pre individuálne vykurovanie:

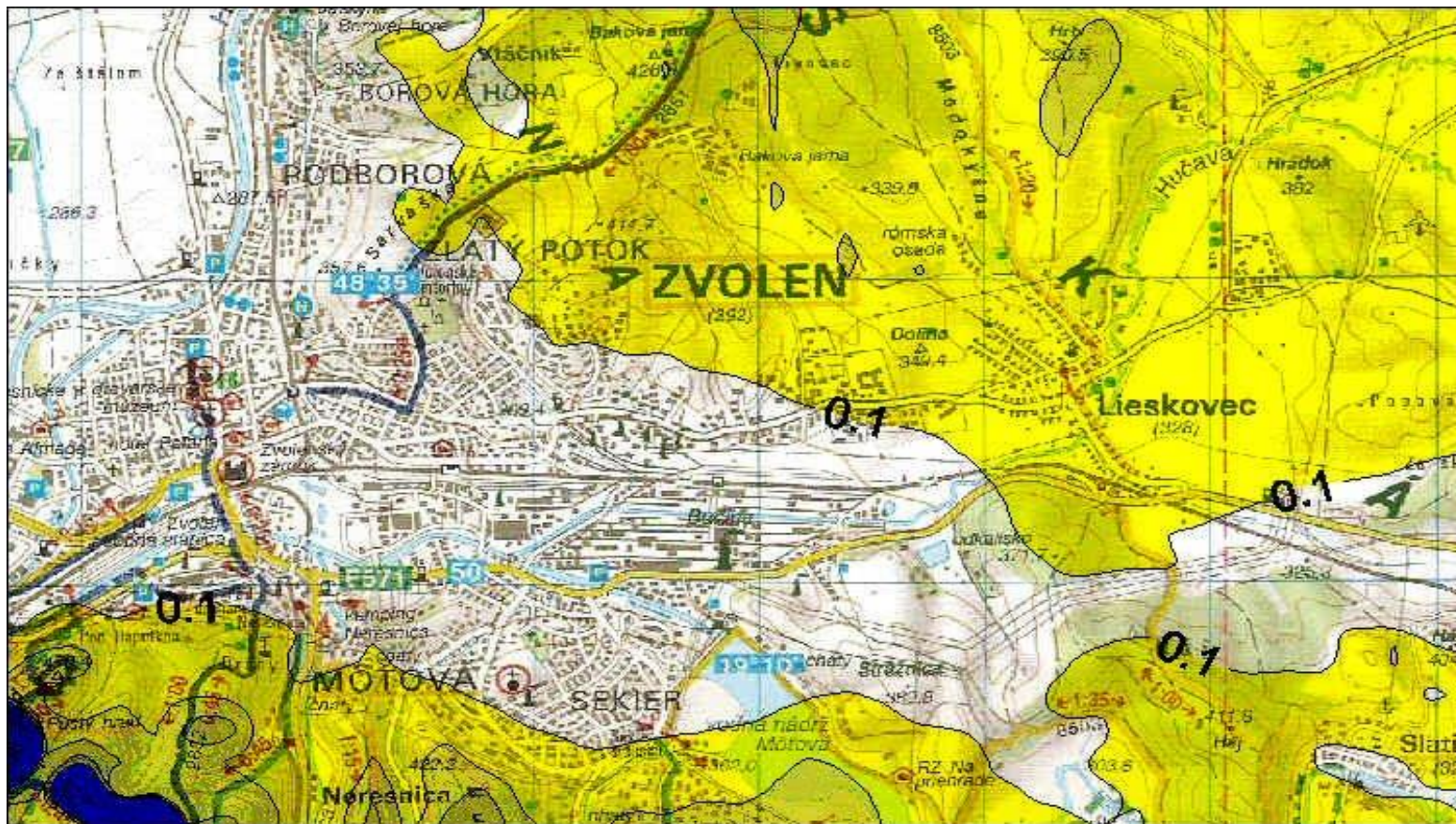
Zdraviu škodlivé látky	Emisné limity pre zdroje SCZT				Emisné limity pre individuálne zdroje			
	Legislatíva		Skutočnosť		EcoDesign (CE)		Skutočnosť	
	DŠ	ZPN	DŠ	ZPN	Drevo	ZPN	Drevo	ZPN
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
TZL	20	-	10	-	700	-	500	-
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-
NO _x	300	100	150	50	2000	300	1500	300
CO (ppm)	150	50	100	25	12 000	1 000	10 000	250
TOC	20	-	20	-	20	-	20	-
Sezónna účinnosť zdroja	87,0	93,0	84,0	90,0	78,0	90,0	40,0	60,0

Porovnanie emisií CZ tepla a zdroja individuálneho vykurovania

Emisie škodlivých látok	Centrálny zdroj SCZT	Individuálny zdroj	Zvýšenie emisií pri individuálnom zdroji	Centrálny zdroj SCZT	Individuálny zdroj
	mg/kWh	mg/kWh	INX	g/obyv.	g/obyv.
CO	4,190	35,291	8,42	10,774	90,741
NO _x	78,995	96,018	1,22	203,114	246,886
TOC	3,634	4,158	1,14	9,343	10,690

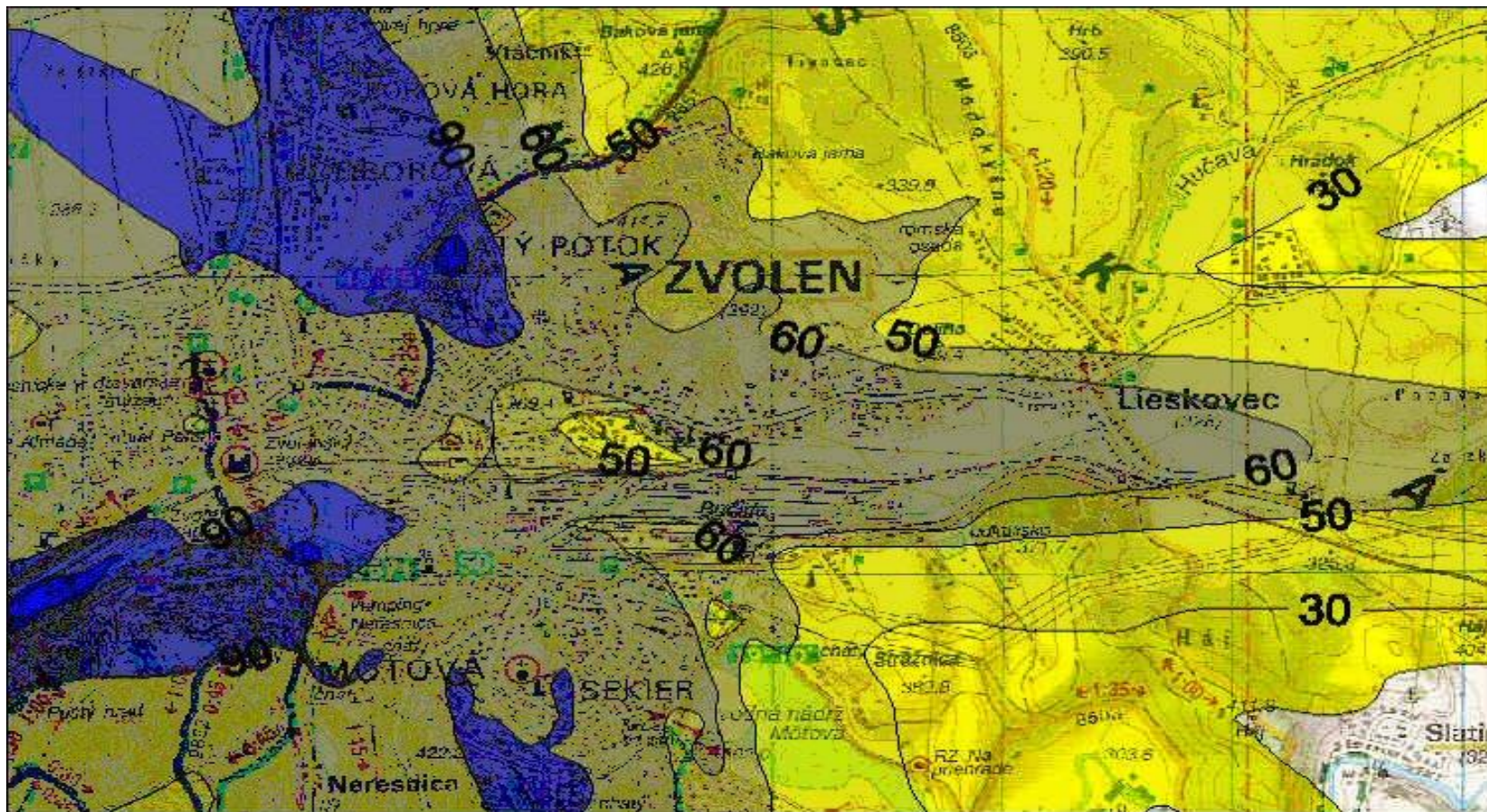
Porovnanie emisií IZT vs. CZT

Izočiary koncentrácie znečisťujúcej látky NO_x z komína zdroja KVET s výškou 184 m
palivo uhlie, ZPN a biomasa



Porovnanie emisií IZT vs. CZT

Izočiarly koncentrácie znečisťujúcej látky NO_x z 342 komínov decentralizovaného zásobovania teplom z blokových kotolní.



Porovnanie emisií TZL v IZT vs. CZT



Koncová technológia (ESO) slúži na zachytávanie tuhých znečisťujúcich látok (TZL). Elektrostatické odlučovače v centrálnom zdroji tepla (CZT) pre systém SCZT s rezevou plnia prísny emisný limit 30 mg/Nm³ spalín.

Inštalovaný výkon 40 MW v CZT s optimálnym počtom jednotiek dodáva teplo obyvateľom, pre občiansku vybavenosť a priemysel v meste so 40 tis. obyvateľmi.

Umiestnenie CZT je optimálne vzhľadom na tvorbu imisií, obyčajne v priemyselnej zóne na južnom okraji mesta mimo obytných súborov.

Individuálne kúrenie vs. SCZT

CZT s 50 m komínom dodáva do SCZT teplo na báze drevných štiepok pre ústredné vykurovanie a prípravu TÚV 12 500 bytov, mestskú vybavenosť a priemysel v meste so 40 tisíc obyvateľmi. Podľa AMS CZT s výkonom 40,0 MW_t a účinnosťou premeny viac ako 85 %, s riadeným procesom spaľovania a koncovými technológiami dosahuje EL CO 65,2; TZL 6,0; NO_x 208,9 mg/Nm³.

Naproti tomu v „dedinke v údolí“, akých sú v SR stovky, sa z komínov domových kotolní, s neriadenými a nekontrolovanými emisiami, pri polovičnej účinnosti využívania energie v palive (40 %) podľa správy SHMÚ neefektívne spáli **päťnásobne viac** (2,0 mil. m³) palivového dreva ročne oproti CZT pre SCZT.

Slovensko má dlhodobý problém s kvalitou ovzdušia v dôsledku spaľovania tuhých palív v domácnostiach. [pixabay]

Závislosť rozptylu emisií od výšky komína

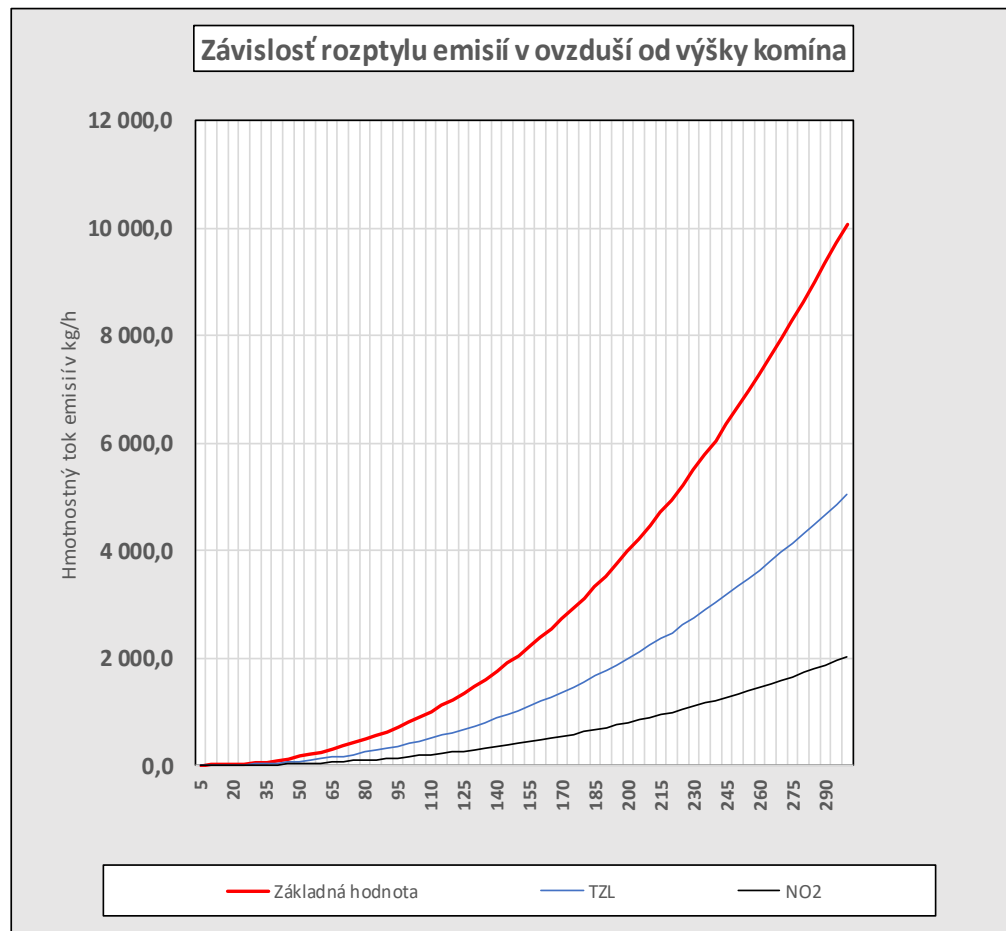
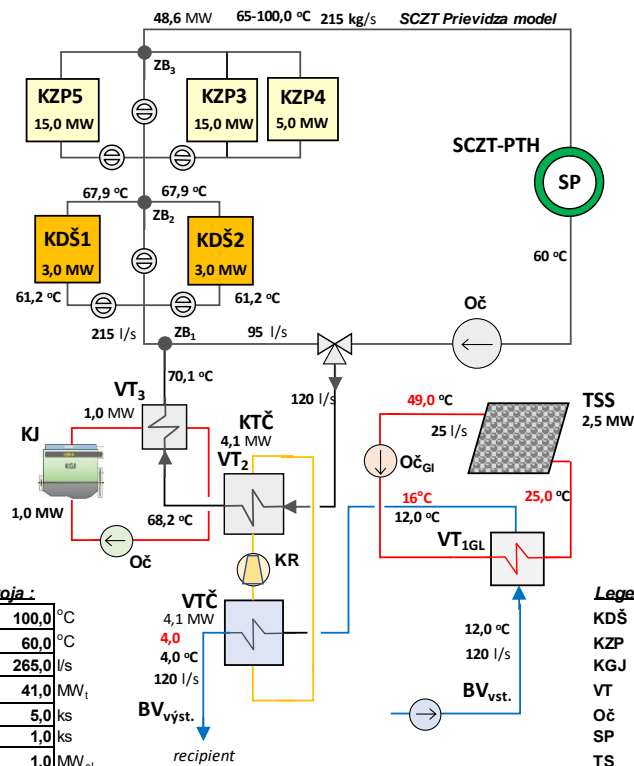


Schéma CZ tepla pre SCZT Prievidza



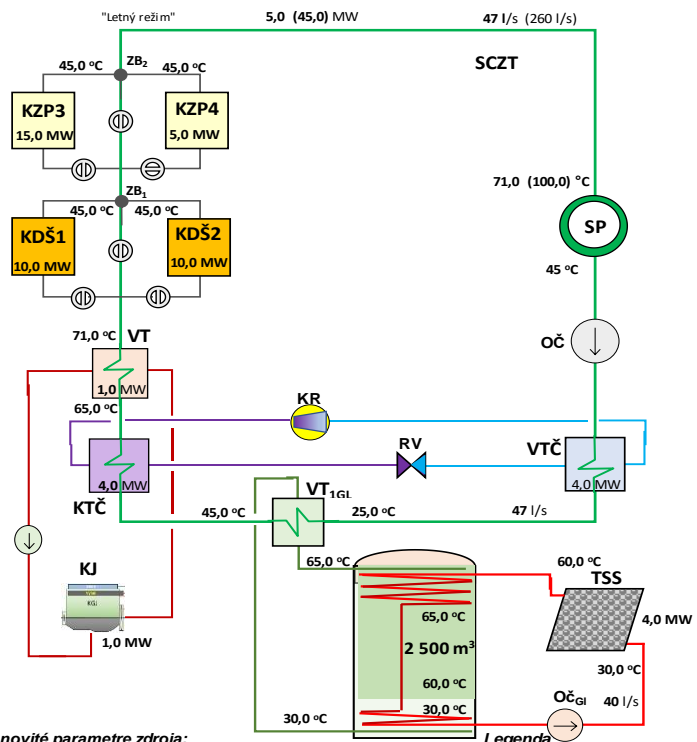
Menovité parametre zdroja :

Teplota vody výstup	100,0 °C
Teplota vody vratka	60,0 °C
Obehové množstvo	265,0 l/s
Tepelný výkon kotlov	41,0 MW _t
Počet kotlov	5,0 ks
Počet KJ	1,0 ks
Elektrický výkon KJ	1,0 MW _{el}
Tepelný výkon KJ	1,0 MW _t
Tepelné čerpadlo	4,1 MW _t
Termosolárne zariadenie	2,5 MW _t
Tepelný výkon BV	4,1 MW _t
Palivo	ZPN 0,0342 GJ/Nm ³ , biomasa 9,5GJ/t
Typ kotlov	teplovodný balený DŠ, ZPN

Legenda:

KDŠ	Kotol na drevné štiepky
KZP	Kotol na zemný plyn
KGJ	Kogeneračná jednotka
VT	Výmenník tepla
Oč	Obehové čerpadlo
SP	Spotrebiče
TS	Termický solárny systém
TČ	Tepelné čerpadlo
VTČ	Výparník TČ
KTČ	Kondenzátor TČ
KR	Kompresor TČ
ZB	Zmiešavací bod
BV	Banské vody

Schéma zapojenia CZ tepla pre SCZT



Menovité parametre zdroja:

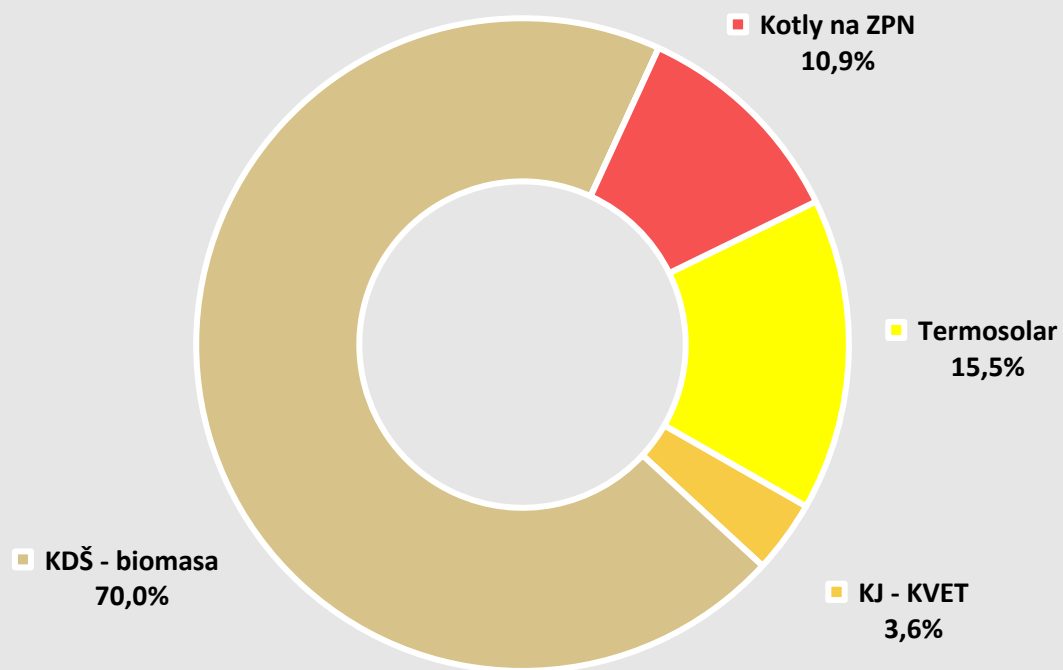
Teplota vody výstup	100,0 °C
Teplota vody vratka	45,0 °C
Obehové množstvo	260,0 l/s
Tepelný výkon kotlov	40,0 MW _t
Počet kotlov	4,0 ks
Počet KJ	1,0 ks
Elektrický výkon KJ	1,0 MW _{el}
Tepelný výkon KJ	1,0 MW _t
Tepelné čerpadlo	5,0 MW _t
Termosolarne zariadenie	5,0 MW _t
Palivo	ZPN 0,0342 GJ/Nm ³ , biomasa 9,5GJ/t
Typ kotlov	tepl vodný balený DŠ, ZPN
TSS	TSS500

Legenda:

KDŠ	Kotol na drewné štiepky
KZP	Kotol na zemný plyn
KJ	Kogeneračná jednotka
VT	Výmenník tepla
OČ	Obehové čerpadlo
SP	Spotrebiče
TSS	Termický solárny systém
TČ	Tepelné čerpadlo
VTČ	Výparník TČ
KTČ	Kondenzátor TČ
ZB	Zmiešavací bod
KR	Kompresor TČ

Podiel PEZ v zdroji KVET pre SCZT

Podiel zdrojov energie na výrobe tepla pre SCZT



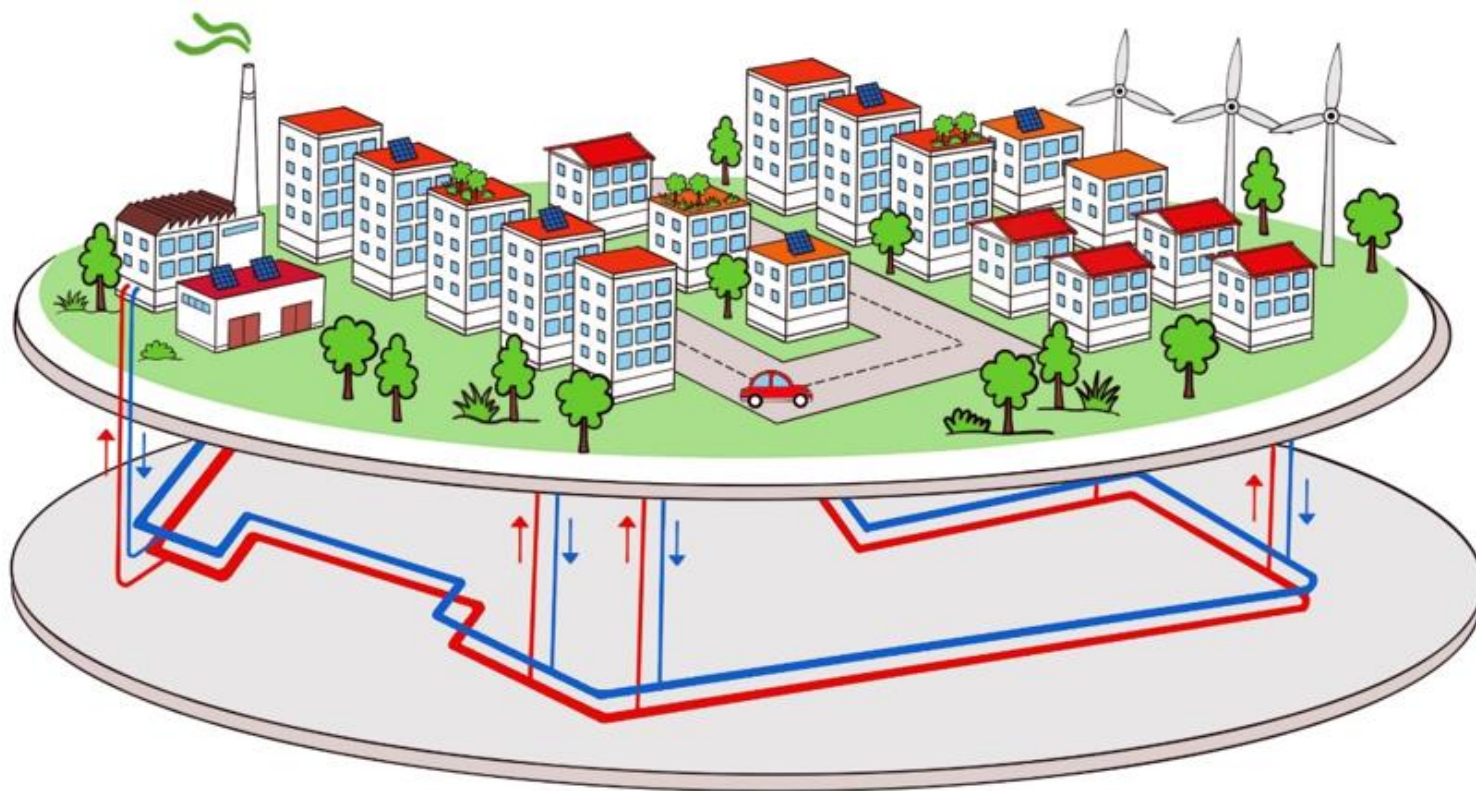
Resumé

V prípade záujmu štátu o využívanie NP tepla musí štát povoliť **využívanie povrchovej vody na získavanie NP tepla** a uprednostniť **využívanie systémov CZT v mestách** nad 15 tis. obyvateľov, pretože bez určitej hustoty NP tepla nie je možné toto teplo efektívne zachytiť a využívať.

Stavebné sústavy vykurovaných objektov musia umožniť **využitie tepla s teplotou obehovej vody do 65 °C** pri výpočtovej teplote ovzdušia -15°C. Pri nasadení takýchto systémov by bolo možné dosiahnuť významné výsledky v dekarbonizácii zásobovania teplom a zvýšiť podiel OZE v mixe primárnych zdrojov energie.

Udialo by sa to pri zachovanom komforte pre koncových odberateľov. Slovensko by pri zásobovaní teplom po vybudovaní takýchto systémov mohlo **energeticky a ekonomicky efektívne** splniť podmienky novely smernice EP a R EÚ č. 2018/2001 o zvyšovaní podielu OZE, podľa ktorej v roku 2030 má SCZT mať podiel OZE min. **49 % - „Fit For 55“**.

Byť či nebyť, otázka znie takto?



Či takto?



Ďakujem za pozornosť

© Ing. Július Jankovský, PhD.

jankovsky@apertis.eu

www.apertis.eu

 +0905530507