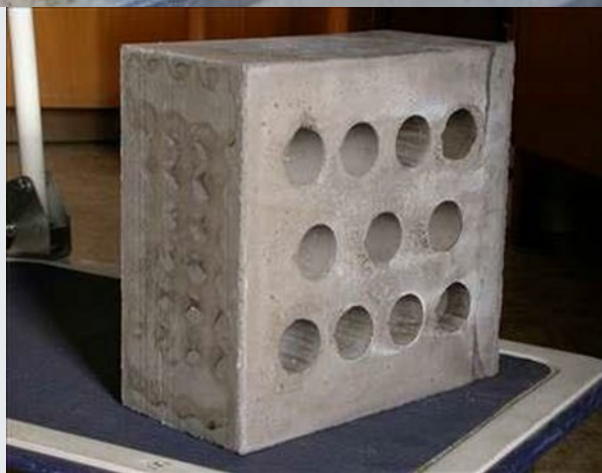


6. VEDLEJŠÍ ENERGETICKÉ PRODUKTY

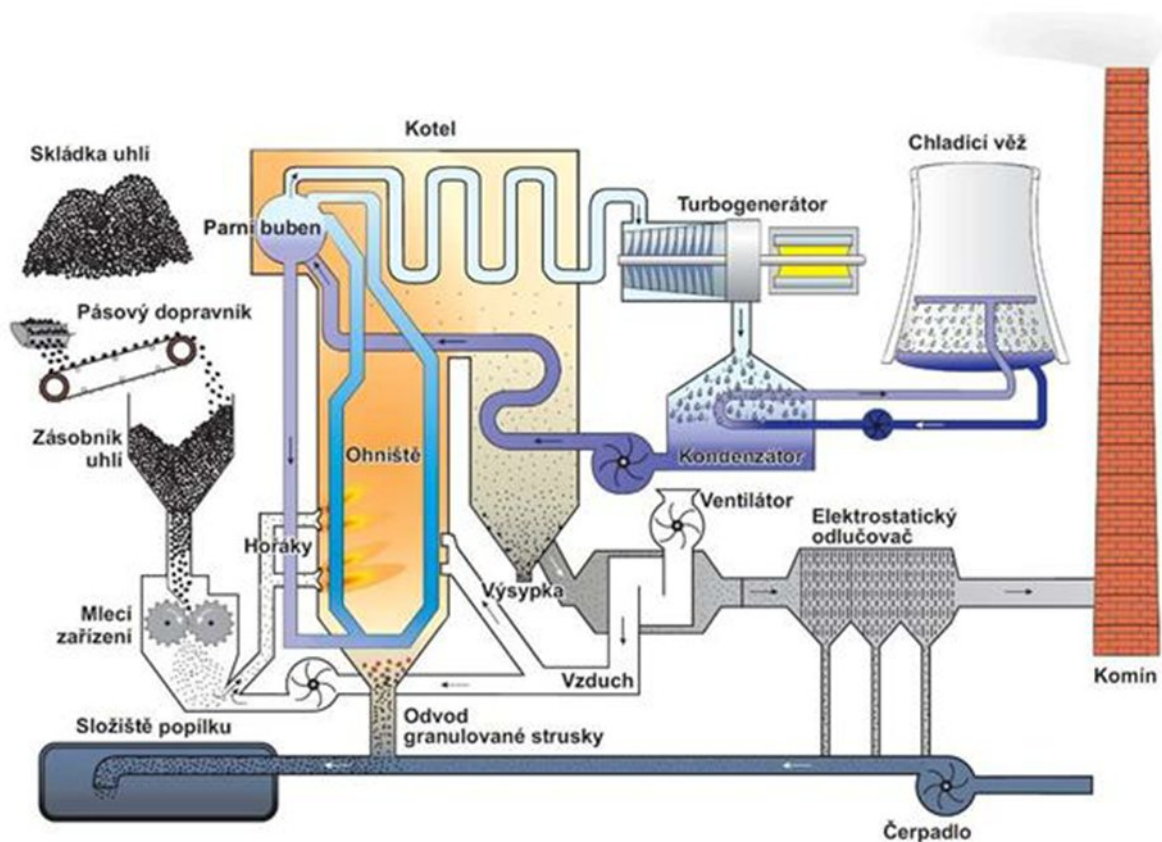


6.1 Proces vzniku vedlejších energetických produktů

Během spalování jemně rozemletého uhlí a dalších spoluspalovaných materiálů (TAP, biomasa) se v elektrárnách a teplárnách vytvářejí tuhé produkty, popeloviny. Do popelovin řadíme materiály jako popílky a strusky, tj. nespalitelná minerální část v uhlí (úletový popílek, struska, fluidní popílek, ložový popel) a dále produkty odsíření v rámci použitých technologií a zařízení daného provozu (produkt polosuché metody odsíření spalin a energosádrovec). Tyto materiály vznikají chemickou reakcí mezi oxidem siřičitým, který se při procesu spalování uvolňuje ze síry obsažené v uhlí a adsorpčním činidlem nejčastěji na bázi vápníku (vápenné mléko).

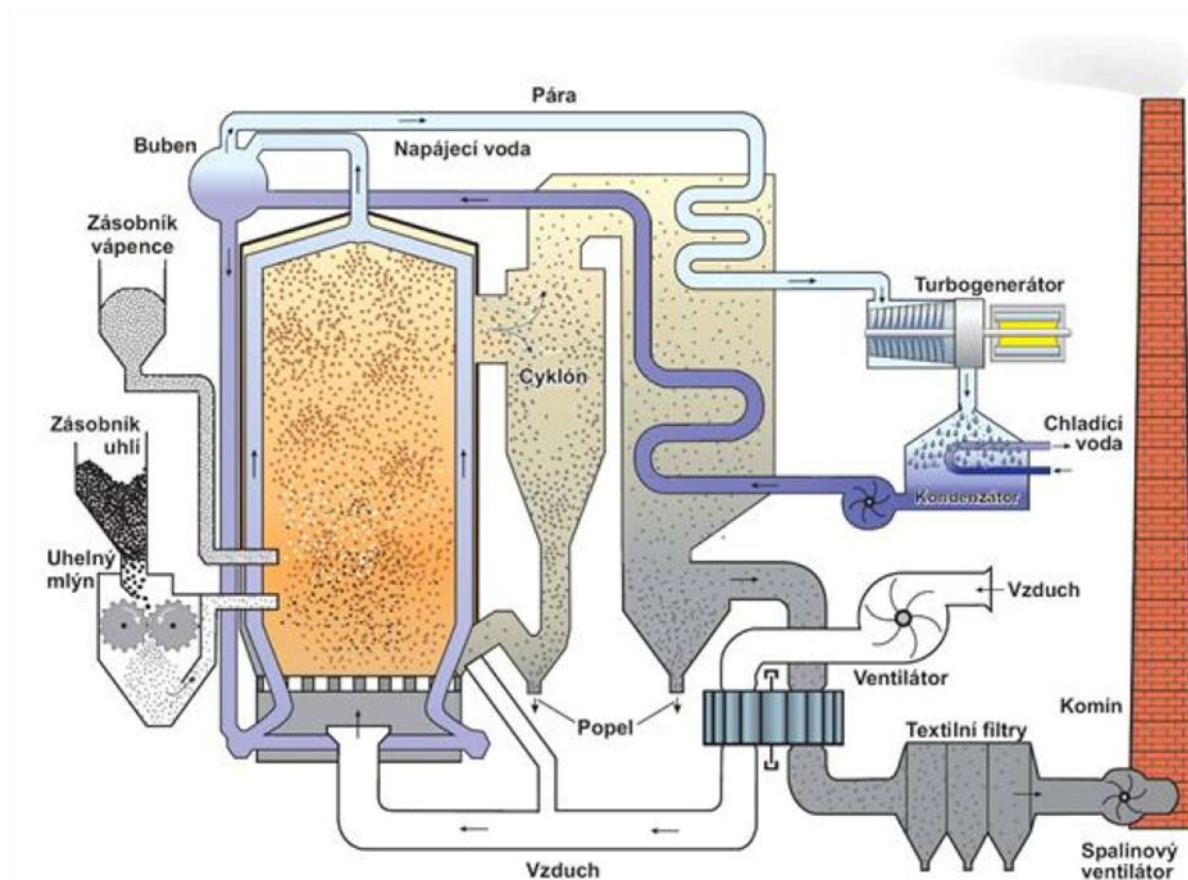
Tvorbu a charakter popelovin ovlivňuje celková kinetika procesu spalování. Spalování tuhého fosilního paliva můžeme dělit na dva způsoby. Spalování ve vrstvě, kde se oxidující látka filtruje spalovanou vrstvou uhlí. Tento typ hoření využívají roštová ohniště. Dalším typem je spalování ve vznosu, kde jsou částice paliva unášeny proudem nebo vháněny do proudu oxidujících látek. Tohoto způsobu je užito v práškových ohništích. Přejedem mezi těmito kategoriemi je spalování na fluidním ohništi, které má svá specifika. Dnes se tedy setkáváme v elektrárnách se třemi druhy ohnišť – roštová, fluidní a prášková. Roštová ohniště slouží ke spalování kusových tuhých paliv v nehybné vrstvě na roštu. Rošt v ohništi vytváří a udržuje vrstvu paliva požadované tloušťky a prodyšnosti, zajišťuje přívod vzduchu pro spalování a zachycuje tuhé zbytky po spalování. Pracuje se s teplotami v rozmezí 1100 – 1400°C, lokálně i 1600°C. Roštová ohniště jsou již v dnešní době raritou a jsou buď zrušena, nebo modernizována na technicky dokonalejší typy.

Rozlišují se dva druhy práškových ohnišť podle způsobu vypouštění strusky: granulační a výtavné. V těchto ohništích se teploty pohybují v rozmezí 1100 – 1700°C. Rozdíl mezi oběma typy je teplotě spalování, kde ve výtavném ohništi již dochází k tečení škváry, v granulačním nikoliv. Ve škváře se vyskytuje kolem 25 % celkového podílu popelovin z uhlí, zbytek je popílek. Tvoří jej tak jemná zrna, že nepadají ke dnu, ale jsou stržena spalinami a odchází z ohniště do odlučovačů. V současné době většina vedlejších energetických produktů vzniká v kotlích s granulačním ohništěm.



Obr.č.1: Schéma tepelné elektrárny s klasickým spalováním

Ve fluidním ohništi je také spalováno mleté palivo. Pískové lože s tryskami přivádí turbulentní vzestupný proud spalovacího vzduchu a vytvořených spalin. Postupně vyhořívající palivo postupně ztrácí svoji hmotnost a díky rozšiřujícímu se tvaru tohoto ohniště klesá i rychlost nosné látky na hodnotu rychlosti vznosu. Tím se přiváděné palivo a popeloviny vnesou do určité výšky a rozvrství dle své aktuální hmotnosti, kde víří kolem své rovnovážné polohy. Tuhé zbytky po spálení, hrubší ložový popel a jemnější úletový popílek, ještě nějakou dobu zůstávají v ohništi. Nesmí u nich docházet ke spékání částic, tudíž musí mít teplotu nižší, než je bod jejich měknutí. Pracuje se zde teplotami v rozsahu 700 – 900 °C. Takto nízkých teplot je dosahováno užitím paliva s nízkou výhřevností, dávkováním vápence do směsi paliva a přiváděný vzduch je ohříván na nižší teploty. Fluidní ohniště má mnohé výhody: lze spalovat libovolně kvalitní uhlí, opakovaná cirkulace částic zaručuje vyhovující vyhoření paliva, nízká teplota fluidních vrstev snižuje emise NO_x, dávkování vápence snižuje emise SO₂ a dochází k odsiřování přímo v ohništi. Tento typ ohniště je modifikován do tří systémů dle účinnosti. Je to fluidní spalování při atmosférickém tlaku (AFBC), při zvýšeném tlaku (PFBC) nebo cirkulační spalování (CFBC).



Obr.č.2: Schéma tepelné elektrárny s fluidním spalováním

Energosádrovec vzniká v prozdech se spalováním, které využívají odsiřovací technologie pro snížení emisí oxidu siřičitého ze spalin při spalování fosilních paliv, jako je uhlí. Tento proces je součástí tzv. metody mokré vápencové vypírky odsiřování spalin. Pro snížení emisí SO_2 se proud spalin přivede do odsiřovacího zařízení, kde dochází k jejich vypírání vápencovou suspenzí. Tato suspenze se skládá z vody a mletého vápence. SO_2 ve spalinách reaguje s vápencem za vzniku síranu vápenatého (CaSO_4) a oxidu uhličitého (CO_2).

Polosuchá metoda odsiřování je alternativní technologie k mokré vápencové metodě, ale používá odlišnou technologii a vede k odlišnému produktu. V polosuché metodě se místo vápencové suspenze používá vápenný hydrát ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) nebo někdy také oxid vápenatý (CaO), který je v suché nebo polosuché formě dávkován do spalin. Spaliny procházejí reaktorem, kde jsou rozprašovány nebo vstříkovány kapky vodní suspenze vápenného hydrátu. SO_2 reaguje s $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nebo CaO za vzniku směsi solí, hlavně síranu vápenatého (CaSO_4). Výsledkem reakce je jemný práškový produkt, který obsahuje směs různých sloučenin, zejména síranu vápenatého (CaSO_4) a siřičitanu vápenatého (CaSO_3).

6.1.1 Úletový popílek a struska z vysokoteplotního způsobu spalování

Vznikají spálením práškového uhlí, kdy se většina minerálů obsažených v uhlí vlivem vysokých teplot, až $1600\text{ }^\circ\text{C}$ dle kotle, roztaví a při odvodu popílku spalinami se zchladí, čímž dojde k jejich ztuhnutí do sklovitě-amorfni formy. Vlivem složení mají tyto popílký a strusky téměř minimální hydraulické schopnosti, za to dobré pucolánové vlastnosti. Jsou-li v rozemletém stavu smíchány s vápnem nebo cementem, vybudí se u nich vlastnost podporující tvrdnutí uvedených pojiv. Po smíchání pouze s vodou nejsou tvrdnutí schopny.

Rozdíly mezi popílky najdeme mimo jiné v obsahu CaO, které odpovídá použitému palivu. Oxid vápenatý je u tohoto typu popílku převážně málo reaktivní, kvůli vysokým spalovacím teplotám a jedná se o tzv. mrtvě pálené vápno. Vyznačují obsahem hlavně křemene a mullitu ($2 \text{ SiO}_2 \cdot 3 \text{ Al}_2\text{O}_3$). Rovněž obsahují sklovitou fázi, jejíž množství je zpravidla vyšší než 50 %, která zásadním způsobem ovlivňuje reaktivitu s CaO nebo cementem.

V popílku či škváře, které byly skladovány delší dobu ve vlhku, může být pucolánový účinek porušen, ale jeho zpětnou mechanickou či chemickou reaktivací je možné pucolánové částečně či zcela obnovit.

6.1.2 Úletový a ložový popílek z fluidního způsobu spalování

Popílky z fluidního spalování dělíme dle místa odloučení na jemnější – úletový popílek a hrubší – ložový popílek. Ložový popílek je získáván gravitačním odloučením v zadních tazích kotle, kdy propadává roštem pod fluidním prstencem. Obsahuje různě těžká a velká zrna a vykazuje dobré hydraulické vlastnosti díky obsahu měkce páleného vápna a anhydritu. Poměrně rychle tvrdne tak již při smíchání s vodou. Obsah měkce páleného vápna je způsoben nižšími spalovacími teplotami než u vysokoteplotního spalování. Popílek jemnější úletový je zachycován na elektrostatických odlučovačích a je tvořený jemnými a lehkými zrny. Většina úletových popílků má oproti popílkům ložovým nižší obsah jak volného, tak i celkového oxidu vápenatého. To spolu s anhydritem způsobuje, že popílek má vhodné hydraulické vlastnosti.

Teplota vzniku těchto popelovin nepřesahuje $850 \text{ }^\circ\text{C}$, popely a popílky se od sebe liší granulometrií. Fluidní technologie je jedna z nejmodernějších metod spalování uhlí a dalších druhů paliv. Spolu s odsířením je nejúčinnější metodou snižování emisí škodlivých látek do ovzduší. Na rozdíl od běžného odsířování, kde se spaliny čistí až za spalovacím procesem, fluidní technologie umožňuje zachycení škodlivin přímo v kotli. V těchto zmodernizovaných provozech vznikají tuhé látky v podobě ložového popela a popílků z elektrofiltrů (odlučovačů). Výsledným produktem je pak směs popela z původního paliva, nezreagovaného odsířovacího činidla (CaO s případnými zbytky CaCO_3), síranu vápenatého, produktů reakce popelovin s CaO a nespáleného paliva. Vzhledem k tomu, že teploty spalování jsou při fluidních procesech nižší než při vysokoteplotním spalování, je nezreagovaný CaO přítomen ve formě tzv. měkce páleného vápna a je tedy reaktivní. Pro fluidní popílky je též charakteristický nízký obsah taveniny.

Důležitou mineralogickou vlastností je také hydraulita, tedy schopnost látek tuhnout ve vodním prostředí. Při smíchání fluidních popelovin s vodou dochází k průniku vody do porézní struktury. Při hydrataci nejprve dochází k rychlé reakci vody s CaO za vzniku $\text{Ca}(\text{OH})_2$. V důsledku většího molárního objemu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ než CaO dochází uvnitř částice k expanzi a trhlinám vrstvy CaSO_4 na povrchu. Nadále vzniklý $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reaguje s CaSO_4 a hlinitany za vzniku ettringitu a C-(A)-S-H fáze. Později se ettringit částečně přeměňuje na komplexní Ca, Al karbonátohydráty. Ettringit se také může působením vzdušného CO_2 rozkládat na vápenec, dihydrát síranu vápenatého, Al_2O_3 gel a vodu.

6.1.3 Energosádrovec

Jako surovina je průmyslově využíván hlavně při výrobě sádry, sádrokartonových a sádrovláknitých desek a při výrobě cementu. Další uplatnění je při výrobě samonivelačních podlahových směsí a omítek.

Hlavní uplatnění energosádrovce v cementářském průmyslu je jako regulátor tuhnutí, v některých případech pak jako přídavek do surovinové směsi na vázání většího množství alkálií – to slouží k úpravě síranového modulu.

Požadavky na kvalitu energosádrovce pro výrobu sádry s následnou výrobou sádrokartonových desek jsou velmi vysoké. Z těchto důvodů se musí energosádrovec v průběhu odvodnění propírat čistou vodou, aby byly veškeré nečistoty odstraněny. Velmi striktní požadavky zákazníků na kvalitu dodávaného energosádrovce jsou definovány podle mezinárodně uznávaných požadavků asociací EUROGYPSUM, VBG a ECOBA – *FGD Gypsum – quality criteria and analysis methods*.

Pro energosádrovec používaný při výrobě cementu nejsou žádné speciální požadavky na kvalitu, jediným požadavkem je obsah vody a to především z důvodu snížení prašnosti během přepravy a následné manipulace v cementárně.

Dosavadní praktické zkušenosti z využívání energetických produktů dlouhodobě prokazují, že stavebnictví je prakticky jedinou oblastí průmyslu, ve které mohou být vedlejší energetické produkty odebírány a efektivně zpracovávány ve větších objemech. Prakticky se jedná o hromadné zpracování elektrárenských a teplárenských popílků a o zpracování energosádrovce. Tento druh vedlejšího energetického produktu je již běžně využíván v cementářském průmyslu jako velmi kvalitní náhrada přírodního sádrovce. Zvláště výhodné je uplatnění energosádrovce při výrobě sádrokartonových desek.

V České republice se vyrobí ročně přibližně 1,5 mil. tun energosádrovce.

6.2 Rozdělení popelovin dle jejich fyzikálních, chemických či mineralogických vlastností

V světovém měřítku bylo zpracováno mnoho klasifikací popílků, které se odvíjejí od studia fyzikálních, chemických či mineralogických vlastností. Zde je uvedeno šest nejdůležitějších. Samotné klasifikace se pak dále upravují, aby vyhovovaly různým druhům použití.

První mezinárodní klasifikace člení popílků do čtyř skupin dle podílu obsahu SiO_2 a Al_2O_3 . Druhá klasifikace je vytvořena Americkou společností pro testování – norma ASTM C618. Dělí popílků do dvou tříd. Do těchto dvou tříd patří popílků jak s vysokým, tak nízkým obsahem uhlíku. Norma ASTM C618 ovšem nezahrnovala do dělení množství přítomného CaO , což je důvod, proč byla navržena další třída. Popílek tedy nyní rozdělujeme do tří tříd: třída F, třída N a třída C. Třetí klasifikace je podle kanadské normy CSA.A24, která rozlišuje působení popílků dle jejich rozdílných účinků na vlastnosti čerstvého a tvrdnoucího cementu. V potaz je zde brán celkový obsah Ca. Čtvrtá klasifikace taktéž rozděluje popílek dle obsahu Ca, ale v tomto případě je tento obsah vztažen k mineralogickému složení a druhu spalovaného uhlí. Klasifikujeme dva druhy popílků: z antracitu (bituminózní uhlí) a z hnědého uhlí. Obsahy oxidů Fe_2O_3 , $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ a CaO vykazují určitou závislost. Tento fakt dal podnět k páté klasifikaci. Pro šestou klasifikaci je určující hodnota vápencového indexu – „Lime index“, poměru podílu CaO k součtu oxidů $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$. Vápencový index je možno brát jako dobrý indikátor kvality popílků, jelikož je možno tímto indexem určit pucolánovou reaktivnost. Souhrnem všech předešlých klasifikací je sedmá klasifikace. Rozlišuje popílků podle obsahu oxidů vápníku, křemíku, hliníku, železa a množství nedopalu, zároveň zohledňuje i zdroj popílku.

Tab. č.1: Rozdělení popelovin

I. Klasifikace (mezinárodní klasifikační systém)					
skupina	popílek	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃	
I.	ALUMOSILIKÁTOVÝ	> 2	< 15	ndef.	
II.	SILIKÁTOALUMINÁTOVÝ	< 2	< 15	< 3	
III.	SULFÁTOALKALICKÝ	ndef.	> 15	> 3	
IV.	jiný (vápenatý)	ndef.	> 15	< 3	
II. Klasifikace (ASTM C618)					
třída	popílek	Ca, Fe, suma oxidů (%)		CaO (%)	
F	kyselý	velmi málo Ca		< 10	
N				10 - 20	
C	alkalický	značné množství Ca (SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O) > 50		> 20	
III. Klasifikace (CSA.A23)					
typ	popílek podle obsahu Ca	CaO (%)	ztráta žíháním (%)		
F	nízký	< 8	< 8		
Cl	střední	8 - 10	< 6		
CH	vysoký	> 20	< 6		
IV. Klasifikace (podle zdroje)					
třída	popílek ze spalování	CaO (%)			
1	antracitu, resp. bituminózního uhlí	< 5			
2	hnědého uhlí	15 - 35			
V. Klasifikace					
třída	popílek podle obsahu CaO	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ (%)	
I.	nízký	< 4	6 - 35	70 - 90	
II.	střední	4 - 20	6 - 25	40 - 70	
III.	vysoký	> 20	6	40 - 65	
VI. Klasifikace (vápenný-lime index)					
Hodnotí tzv. pucolánovou reaktivnost, reaktivní kvalitu, pomocí poměru					
CaO : (SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O), kromě situací, když % CaO < 4					
VII. Klasifikace (souhrn)					
Typ popílku	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO	Nedopal	Fe ₂ O ₃	Zdroj materiálu
Aluminokřemičitý	> 2%	< 4%	0 - 16%	4 - 25%	Antracit + černé uhlí
Křemičitohlinitý	1 - 2%	4 - 20%	< 4%	5 - 25%	Antracit + hnědé uhlí
Vápenatý	< 2%	> 20%	≤ 1%	6 - 10%	Hnědé uhlí

6.3 Využití energetických produktů

Využívání popílků jako druhotné suroviny v průmyslu je komplexní záležitostí. Při vlastním využití musí být zohledněny konkrétní parametry daného vedlejšího energetického produktu a jeho chemicko-mineralogické vlastnosti, zrnitostní složení a obsah spalitelného uhlíku. Popílků jsou využívány v různých oblastech průmyslu.

Hlavní využití ve stavebním průmyslu lze rozdělit do dvou skupin:

- Výroba stavebních materiálů a jejich použití ve stavebnictví
- Využití v dopravním a pozemním stavitelství

Dlouhodobé zkušenosti z využívání energetických produktů v průmyslu ukazují, že popílký jsou využívány především v technologiích výroby následujících konkrétních produktů:

Vysokoteplotní popílek:

- popílkové stabilizáty,
- popílkové suspenze,
- do maltovin (aktivní složka,
- do betonu a betonových výrobků,
- do cementu,
- do inženýrských staveb,
- do pórobetonu,
- cihlářské výrobky,
- umělé spékané kamenivo,
- umělé kamenivo vyráběné za
- minerální vlákna,
- asfaltové výrobky,
- při stavbě protipovodňových hrází,
- popílkovo-jílové injektáže,
- při výrobě omítek.

Popílek z fluidního spalování:

- výplně,
- obecné technické výplně,
- popílkové stabilizáty,
- do maltovin,
- vibrované a vibrolisované výrobky,
- do pórobetonu,
- zrnité plnivo,
- suché maltové směsi,
- při výrobě cementu,
- cihlářské výrobky,
- umělé spékané kamenivo,
- umělé kamenivo vyráběné za studena,
- minerální vlákna,
- asfaltové výrobky,
- pro solidifikaci nebezpečných odpadů.

6.3.1 Popílek pro výrobu cementu

Klasický popílek lze upotřebit jako surovinu při výrobě cementů. Nahrazuje se s ním část portlandského slínku. Podle ČSN EN 197-1: Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití se jedná o portlandské popílkové cementy, portlandské směsné cementy, pucolánové cementy nebo směsný cement. Další technické požadavky na popílek pro výrobu cementů udává ČSN 72 2072-1: Popílek pro stavební účely – Část 1: Popílek jako aktivní složka maltovin. V cementárnách můžeme užít třemi způsoby. Jako jednu ze složek surovinové směsi, při mletí slínku, jako hydraulickou přísadu k regulaci tuhnutí nebo jako přídatek do rotačních pecí pro snížení exhalace SO₂. Přimísením popílku můžeme ušetřit značné množství portlandského slínku a vylepšit některé vlastnosti výsledného cementu. Výsledná pevnost popílkových cementů závisí na poměru mísení a variabilitě popílků z různých lokalit. Ale při správných zkouškách a postupech lze vyrobit levnější cementy, které nabývají dostatečných pevností. Využívání popílku pro výše zmíněné účely je ale v současné době poměrně nízké a k výrobě směsných cementů panuje všeobecná nedůvěra, právě z důvodu vysoké variability vysokoteplotních popelovin.

Je zde tedy patrný velmi vysoký potenciál možnosti růstu spotřeby popílku pro tyto účely, kdyby substituoval jiné křemičité složky používané pro přípravu směsných cementů, a to i při zachování stávajícího poměru produkce portlandského cementu (CEM I) a cementů směsných (CEM II až CEM V).

Tab. č.2: Rozdělení cementů dle ČSN EN 197-1

Tabulka 1 – 27 výrobků skupiny cementů pro obecné použití

Hlavní druhy	Označení 27 výrobků (druhy pro obecné použití)		Složení (poměry složek podle % hmotnosti ^a)										Doplňující složky	
			Hlavní složky											
			Slínek	Vysoko-pecní struska	Křemičitý úlet	Pucolány		Popílek		Kalcinovaná břidlice	Vápenec			
						přírodní	přírodní kalcinované	křemičitý	vápenatý					
K	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L	LL					
CEM I	Portlandský cement	CEM I	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM II	Portlandský struskový cement	CEM II/A-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portlandský cement s křemičitým úletem	CEM II/A-D	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portlandský pucolánový cement	CEM II/A-P	80-94	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-P	65-79	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portlandský popílkový cement	CEM II/A-V	80-94	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-V	65-79	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-W	80-94	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-W	65-79	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	0-5
	Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí	CEM II/A-T	80-94	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	0-5
		CEM II/B-T	65-79	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	0-5
	Portlandský cement s vápencem	CEM II/A-L	80-94	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	0-5
		CEM II/B-L	65-79	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	–	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	–	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	0-5
	Portlandský směsný cement ^c	CEM II/A-M	80-88	<----- 12-20 ----->										0-5
CEM II/B-M		65-79	<----- 21-35 ----->										0-5	
CEM III	Vysokopeční cement	CEM III/A	35-64	36-65	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM IV	Pucolánový cement ^c	CEM IV/A	65-89	–	<----- 11-35 ----->						–	–	–	0-5
		CEM IV/B	45-64	–	<----- 36-55 ----->						–	–	–	0-5
CEM V	Směsný cement ^c	CEM V/A	40-64	18-30	–	<----- 18-30 ----->			–	–	–	–	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-49	–	<----- 31-49 ----->			–	–	–	–	0-5	

^a Hodnoty v tabulce se vztahují k součtu hlavních a doplňujících složek.

^b Obsah křemičitého úletu je omezen do 10 %.

^c Hlavní složky v portlandských směsných cementech CEM II/A-M a CEM II/B-M, v pucolánových cementech CEM IV/A a CEM IV/B a ve směsných cementech CEM V/A a CEM V/B mimo slínku musí být deklarovány v označení cementu (viz příklad v kapitole 8).

6.3.2 Popílek pro výrobu maltovin

Maltoviny jsou anorganické látky sloužící k spojování drobných i kusových pevných stavebních hmot v souvislý pevný celek. Jde o širokou škálu výrobků pro použití v exteriéru nebo interiéru, malty pro zdění, malty na pórobetony, malty tepelně izolační či jiné malty pro speciální účely. Do všech těchto směsí lze přidat vysokoteplotní popílek, ale ve všech případech musí předcházet posouzení všech potřebných fyzikálních i chemických vlastností popílku i jejich kolísání. Tímto se zabývá norma ČSN 72 2072-1: Popílek pro stavební účely – Část 1: Popílek jako aktivní složka maltovin a ČSN 72 2072-2: Popílek pro stavební účely – Část 2: Popílek jako příměs při výrobě malt.

6.3.3 Popílek pro výrobu betonu a transportbetonu

Nejběžnější způsob použití popílků ve stavebnictví je ve formě příměsí do betonu. Na každou složku betonové směsi jsou kladeny legislativní a normativní podmínky a stejně tomu je pro popílků v betonu v harmonizované normě ČSN EN 450-1: Popílek do betonu – Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody. Ta stanovuje požadavky na chemické a fyzikální vlastnosti i postupy kontroly jakosti pro křemičitý popílek, pro použití jako příměs druhu II pro výrobu betonu, který vyhovuje ČSN EN 206+A2. Lze tedy použít pouze popílků z klasického vysokoteplotního spalování.

Při zpracování betonových směsí má popílek význam jako náhrada deficitních stavebních materiálů. Lze ho použít jako plnivo při náhradě písku a doplnění chybějících nejjemnějších frakcí nebo jako náhrada cementu, což má značné výhody. Popílek ale není jen levnější výplňový materiál, zlepšuje též kvalitu betonů díky svému pucolánovému charakteru. Působí na vývoj počáteční i konečné pevnosti, omezuje tvorbu trhlin a zmenšuje dotvarování. Betony s popílkem jsou více odolné vůči agresivním vlivům a tím se stávají trvanlivější. Přídavek jemnější frakce zlepšuje měkkost a plasticitu betonu a tím i jeho čerpatelnost. Betony se poté lépe odbedňují, jejich povrchy jsou hladší a stejnoměrnější. Celkově vzato lze popílek použít pro výrobu betonových směsí obyčejných betonů i železobetonů. Nelze je však používat pro výrobu předpjatého betonu. Vzhledem k nutnosti vysokého upotřebení popílků ve směsi a snížení vyšší procentní části cementu je výhodou vyrábět betony nižších tříd. Ty jsou vhodné do velmi hmotných konstrukcí (základy, mostní stavby, přehrady). Nikoliv do subtilních konstrukčních částí, i když předmětem zkoumání je i použití popílků do litých betonových potěrů.

6.3.4 Popílek pro výrobu pórobetonu

Jedním z významných výrobků na poli stavebních hmot jsou přímo lehčené betony neboli pórobetony. Díky tuhé struktuře je tento výrobek schopen přenášet zatížení, zatímco zvětšený obsah plynné fáze snižuje objemovou hmotnost a zvyšuje prvku izolační schopnosti. Pro výrobu lehkých betonů se užívá surovin s vysokým obsahem SiO_2 . Popílků nejenže mají vysoký obsah této složky, ale oxid křemičitý je více reaktivní než v běžně užívané primární surovině, křemičitém písku. Použitím druhotných surovin se šetří už tak v mnoha lokalitách deficitní množství tohoto písku. Norma ČSN 72 2072-5: Popílek pro stavební účely – Část 5: Popílek pro výrobu pórobetonu uvažuje použití klasických i fluidních popílků, jsou však na ně kladena poměrně vysoká kritéria na vlastnosti, zejména ztráta žíháním a jemnost.

6.3.5 Popílek pro výrobu umělého kameniva

Veliké užití mají lehčené stavební hmoty, ty se buď provádí jako přímo lehčené nebo nepřímo lehčené. K vylehčení nepřímo lehčených hmot se užívá lehkého plniva, což mohou být přírodní materiály, průmyslové odpady nebo také hmoty, které se získávají speciálními postupy zpracování, takzvanými umělými kamenivy. K výrobě takových plniv lze s výhodou užít i klasických popílků. Umělým kamenivem se může nahradit přírodní kamenivo v celém jeho obsahu. Existují tři technologie vytvrzování: za studena, za zvýšené teploty nebo i tlaku a technologie spékání. Kritérii a zkoušením vlastností popílků pro všechny typy těchto technologií se zabývají normy ČSN 72 2072-6: Popílek pro stavební účely – Část 6: Popílek pro výrobu umělého kameniva spékáním“ a ČSN 72 2072-8: Popílek pro stavební účely – Část 8: Popílek pro výrobu umělého kameniva za studena a urychleně vytvrzovaného.

6.3.6 Popílek pro výrobu cihlářských pálených výrobků

V současné době je již možno použít klasický i fluidní popílek do výroby cihlářských pálených výrobků jako jsou pálené cihly, tvarovky, dlaždice a obladačky. Směs pro výrobu cihel tvoří jílovité hlíny s přísadou korekčních složek pro úpravu plasticity. Popílek je možno užít jako korekční složku, základní

surovinu nebo surovinu pro výrobu umělých vápenopískových cihel. Výrobky jsou lehčí, mají větší pevnost, mrazuvzdornost a trvanlivost. Pro výrobu dlaždic a obkladaček je možno použít různé směsi, ve kterých může být mimo jiné až 80% hmotnosti popílku. Do výroby je ale možno použít pouze ty popílky, jejichž vlastnosti definuje norma ČSN 72 2072-4: Popílek pro stavební účely – Část 4: Popílek pro výrobu cihlářských pálených výrobků.

6.3.7 Popílek pro výrobu izolačních materiálů

Popeloviny je možno užít při výrobě různých druhů izolačních hmot na bázi minerálních vláken. Popílková směs se zpracovává vysokoteplotním tavením v elektrické peci a následným rozvlákněním. Dále se pak minerální vlna používá na výrobu již finálních výrobků. Minerální vlákna izolací se vyznačují velkým obsahem SiO₂, čímž popílek disponuje, ovšem důležitým faktorem pro výběr správného popílku je taktéž obsah doprovodných složek. Technické požadavky a zkoušky na popílek pro výrobu minerálních vláken řeší ČSN 72 2072-9: Popílek pro stavební účely – Část 9: Popílek pro výrobu minerálních vláken.

6.3.8 Popílek pro výrobu asfaltových výrobků

Popílek má velmi jemné zrnění. Obsahuje převážně prachové částice a je po této stránce vhodný jako náhrada přírodních minerálních mouček, takzvaných filerů, do asfaltů. Norma ČSN 2072-10: Popílek pro stavební účely – Část 10: Popílek pro asfaltové výrobky definuje přesné technické požadavky na libovolný popílek do asfaltových směsí. Filer nesmí za přítomnosti vody a vlhkosti měnit svůj objem a nesmí být namrzavý.

6.3.9 Popílek pro použití v dopravním stavitelství

Dopravní stavitelství je jednou z oblastí, ve kterých je popílek využíván nejvíce. Z hlediska náročnosti zpracování a deficitu je substituce primárních surovin za vedlejší výrobky, jako je popílek, vítanou možností. Popílek je možno použít jak pro výstavbu, tak údržbu veškerých dopravních staveb. Možnost aplikace je zde opravdu velká a tomu odpovídá i množství využívaného popílku v tomto odvětví, které se pohybuje řádově v milionech m³. Zvlhčené popílky jsou dobrou surovinou pro zhutněné násypy, zásypy a obsypy. Mohou z něho být vytvořeny podkladové vrstvy komunikací nebo se užije jako plnohodnotné pojivo pro stabilizaci štěrkopísku s příměsí vápna nebo cementu. Lze taktéž použít do ochranně-tepelných vrstev vozovky nebo společně se struskou jako struskopopílková směs zpevněná cementem rovnou na kryt účelových komunikací a zpevněných skládek. Směs strusky a popílku se hodí též jako filtrační vrstva zpevněných ploch a komunikací. Popílek je v dopravním stavitelství využíván v souladu s požadavky Technických podmínek Ministerstva dopravy TP 93: Návrh a provádění staveb pozemních komunikací s využitím popílku a popelů stanovuje vlastnosti popílku pro návrh, provádění a kontrolu zemního tělesa, podkladních vrstev či krytu vozovky a podmínky pro bezpečnou práci a ochranu životního prostředí v souvislosti se stavební výrobou i s užíváním objektu a nově od 1.7.2024 jsou platné technické podmínky TP 268/2024 Alternativní materiály v zemním tělese pozemních komunikací, schválené Ministerstvem dopravy.

Navíc podle Studie dostupnosti kameniva pro plánované dálniční a silniční stavby a výstavbu železniční infrastruktury vypracované Ředitelstvím silnic a dálnic se během následujících pěti let výrazně zhorší dostupnost stavebních surovin pro stavby silnic a dálnic. Otvírka nových kapacit je problematická. Od roku 1989 nebyl zprovozněn žádný nový lom.

6.3.10 Využitelnost energosádrovce

Energosádrovec je jako surovina běžně využíván hlavně při výrobě sádry, při výrobě cementu jako regulátor doby tuhnutí, aktivátor postupu tvrdnutí pórobetonu a dále při výrobě omítkových směsí apod. Rovněž je možno ho využít k přípravě anhydritových maltovin. Energosádrovec je uznáván za surovinu rovnocennou přírodnímu sádrovci určenou pro výrobu sádry, sádrokartonových desek, anhydritových potěrů a cementu. Další uplatnění je při výrobě sádrokartonových a sádrovláknitých desek, samonivelačních podlahových směsí a omítek.

Energosádrovec má hlavní uplatnění v cementářském průmyslu jako regulátor tuhnutí, v některých případech pak jako přídavek do surovinové směsi na vázání většího množství alkálií – kde slouží k úpravě hodnoty síranového modulu.

Pro energosádrovec používaný při výrobě cementu nejsou žádné speciální požadavky na kvalitu, jediným požadavkem je obsah vody (vlhkost) do 12 % (max. 15 %), a to z důvodu přepravy a následné manipulace v cementárně.

Požadavky na kvalitu energosádrovce pro výrobu sádry s následnou výrobou sádrokartonových desek jsou naopak velmi vysoké, a to jak z hlediska čistoty (obsah $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ minimální hodnota 95 % hm., obsah chloridů max. 0,01 % apod.), tak i z hlediska další kvalitativních požadavků. Z těchto důvodů se musí vzniklý energosádrovec propírat čistou vodou, aby byly veškeré nečistoty odstraněny a následně musí projít procesem odvodnění. Obvyklý požadovaný obsah vody se pohybuje v rozmezí 8 – 10 % hm.

Energosádrovec:

- Sádra
- Alfa sádra
- Anhydrit
- Sádrokartonové a sádrovláknité desky
- Samonivelační podlahové směsi na bázi sádrovce
- Anhydritové podlahové směsi
- Cement
- Podlahové směsi na bázi alfa sádry
- Sádrové omítky a tvárnice
- Pórobeton
- Speciální hnojiva s obsahem síry
- Substráty pro výrobu žampionů

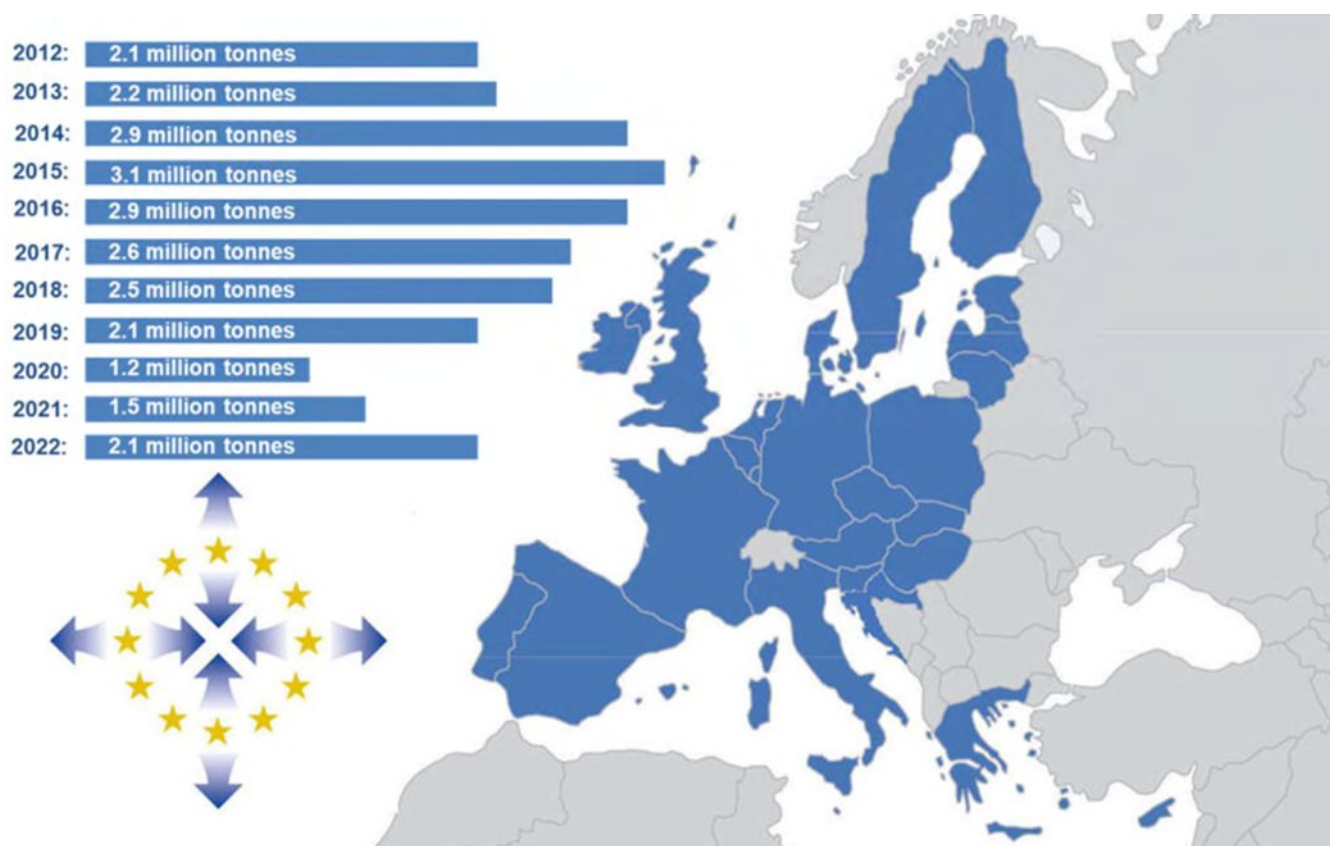
6.4 Aktuální produkce VEP s analýzou budoucího vývoje

Na základě požadavku nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1999 o správě energetické unie a opatření v oblasti klimatu, je zpracován návrh aktualizace Vnitrostátního plánu České republiky v oblasti energetiky a klimatu (NKEP), který obsahuje cíle a politiky ve všech pěti rozměrech energetické unie na období 2021-2030 s výhledem do roku 2050. Stěžejní část Vnitrostátního plánu tvoří nastavení příspěvku ČR ke klimaticko-energetickým cílům EU v oblasti snižování emisí, zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie a zvyšování energetické účinnosti. Předložení finální verze tohoto dokumentu je plánováno v souladu s nařízením do 30. června 2024 po proběhnutí iterativního procesu s Evropskou komisí.

Energetický průmysl a zejména oblast klasické energetiky založená na spalování pevných paliv je pod neustálým tlakem požadavků na plnění stále přísnějších hodnot emisních limitů (BREF/BAT), zákonných

požadavků na čistý vzduch, snižování CO2 pro klimatickou neutralitu a požadavků trhu na dostupnost a ekonomickou výrobu.

Uhlí je však stále významným palivem pro výrobu energie s výrazným poklesem v jednotlivých členských státech. V Evropě vzniká více než 85 milionů tun produktů spalování uhlí.



ECOBA Statistics- Import/Cross Border Transport

Obr.č.3: Mezinárodní transport popílku v Evropě v letech 2012-2022. Zdroj ECOBA

Česká republika se zavázala k výraznému snižování emisí skleníkových plynů. Cílem je dosažení klimatické neutrality na úrovni EU do roku 2050. Plány naznačují, že v roce 2030 by ČR mohla dokonce snížit emise o 62-63 % oproti roku 1990 a v roce 2050 by se měla přiblížit klimatické neutralitě.

Základem proměny energetiky je výrazný rozvoj výroby z obnovitelných zdrojů energie, přechodný mírný růst využívání plynu, postupný útlum výroby z uhlí a stabilní role jádra jak při výrobě elektřiny, tak čím dál více při výrobě tepla.

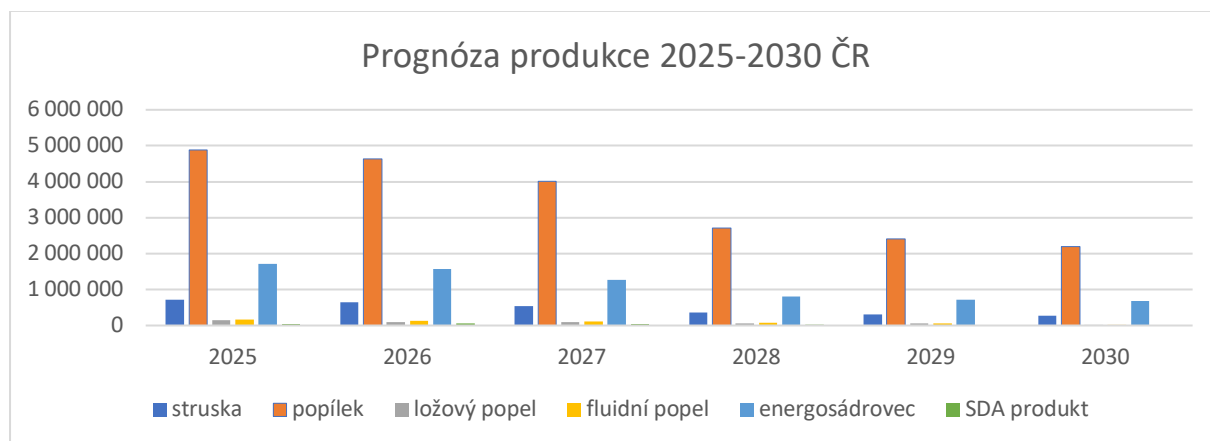
Koncepce předpokládá snižování podílu výroby elektrické energie a tepla založené na využívání uhlí. Po roce 2033 se spotřeba uhlí omezí pouze na neenergetické využití.

Následně jsou v tabulce č. 3 uvedeny vykazované **produkce a využití** VEP (t), z roku 2023 zdroj: ASAM

Tab.č.3: Produkce a využití VEP v roce 2023

VEP produkce 2023	Celkem t	Celkem %
Popílek ze spalování uhlí (klasické spalování)	5 088 190	58,0
Struska (škvára)	1 052 268	12,0
Popílek z fluidního spalování - uhlí nebo spoluspalování uhlí + biomasa do 20%	1 080 608	12,3
Popílek ze spalování biomasy - fluidní kotle	24 507	0,3
Popílek ze spalování biomasy - nefluidní kotle	4 649	0,1
SDA Produkt	111 688	1,3
Energosádrovec	1 416 052	16,1
Produkce VEP celkem	8 777 962	
Využití VEP 2023	Celkem t	Celkem %
1) beton, cement, pórobeton, cihlářské výrobky	1 023 622	11,7
2) komunikace, pozemní stavby – stabilizát, granulát	179 565	2,0
3) povrchové doly	4 350 122	49,6
4) hlubinné doly	36 251	0,4
5) ukládání na volný povrch (asanace a rekultivace postižených území)	1 924 608	21,9
6) sádrokartonové desky, sádra, cement	712 372	8,1
7) odpad	12 439	0,1
8) sklad EGS	92 019	1,0
9) ostatní	446 964	5,1

V horizontu následujících pěti let je očekáván výrazný pokles produkce vedlejších energetických produktů v souvislosti s útlumem výroby elektrické energie a tepla založeném na spalování uhlí.



Obr.č.4: Prognóza produkce VEP v letech 2025-2030 pro Českou republiku

6.5 Energetické produkty a legislativa

6.5.1 Evropská legislativa – registrace dle nařízení REACH

Energetické produkty lze definovat jako tuhé materiály, které vznikají při spalování pevných paliv a při procesu odsiřování spalin v elektrárnách a teplárnách a nacházejí uplatnění v různých oblastech využití. Jejich produkce je nevyhnutelná, protože vznikají v důsledku plnění požadavků stanovených pro vypuštění emisí do ovzduší (tedy v důsledku plnění opatření na ochranu ovzduší – životního prostředí).

Mimo významného ekonomického přínosu jako alternativy jiných materiálů mohou představovat při správném využití i nepřehlédnutelný přínos pro ochranu životního prostředí (především náhrada primárních přírodních zdrojů, snížení emisí skleníkových plynů atd.).

Od roku 2006 bylo do legislativy Evropské Unie zavedeno Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (nařízení REACH), které stanovuje producentům a dovozcům látek na území Evropské Unie povinnost zaregistrovat všechny látky uváděné na trh samostatně nebo jako součást směsi v množství 1 tuny nebo větším za rok. Uvedené nařízení se nevztahuje na odpady.

Tato registrace látek je nezbytnou podmínkou pro jejich uvádění na trh (samostatně nebo obsažené ve směsích). To znamená, že látky, které nejsou registrovány podle nařízení REACH, nemohou být uváděny na trh (v současné době platí pro všechny látky produkované v množství více než 1 t/rok).

Producenti VEP ze spalování uhlí dnes již registraci těchto produktů u Evropské agentury pro chemické látky v Helsinkách (ECHA) mají. Součástí registrace bylo provedení rozsáhlého a dlouhodobého testování, které zahrnovalo toxikologické a ekotoxikologické testy provedené v laboratoři pracující v systému GLP (Good Laboratory Practice) včetně Zprávy o chemické bezpečnosti a též scénářů expozice. Tyto testy a hodnocení probíhaly podle jednotné metodiky v rámci celé Evropské Unie a jejich účelem bylo identifikovat a podrobně vyhodnotit vliv těchto látek na ochranu lidského zdraví a životní prostředí.

Energetické produkty registrované podle nařízení (ES) č. 1907/2006 (nařízení REACH) a uváděné na trh jsou v současné době podle evropské legislativy definovány jako chemické látky:

- Ashes (residues), coal – popílek, struska, škvára z technologie klasického spalování
- FBC Ash – Fluidized Bed Combustion Ash – popel a popílky z technologie fluidního spalování
- Ashes (residues), plant – popílky ze spalování biomasy
- Calcium sulphate – síran vápenatý, produkt mokré metody odsíření
- SDA Product – produkt polosuché metody odsíření

Tab.č.4: Identifikace energetických produktů zaregistrovaných dle nařízení REACH

Název	EINECS		Lead registrant	Registrační číslo
Ashes (residues), coal	931-322-8		Uniper Kraftwerke GmbH	01-2119491179-27
FBC Ash	931-257-5		Tauron Polska Energia S.A.	01-2119484641-35
SDA Produkt	931-259-6		Veolia Energia Polska S.A.	01-2119484864-23
Calcium Sulphate	231-900-3		Saint Gobain Placo Ibérica SA	01-2119444918-26
Ashes (residues), plant	297-049-5		ČEZ, a.s.	01-2119531232-54

Pozn. Pouze ta část VEP, pro kterou producent nemá využití, nebo s ní chce sám nakládat v režimu odpadů, je v souladu s legislativou považována za odpad.

V rámci této registrace bylo prokázáno, že ty energetické produkty, které splňují parametry definované v tzv. Substance Identity Profile (List identifikace látky) nepředstavují žádné nebezpečí pro lidské zdraví ani pro životní prostředí pro všechna konkrétní využití a za podmínek bezpečného použití definovaných v předložené registrační dokumentaci.

Vzhledem k tomu, že vedlejší energetické produkty nemají žádné nebezpečné vlastnosti, není nutné v případě jejich uvádění na trh vypracovávat Bezpečnostní list (BL). Informace uvedené v tzv. Listu informací o látce (Substance Information Sheet – SIS) naplňují strukturu a obsah Přílohy 2 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky (dále jen „ECHA“), o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES, v platném znění (dále jen „Nařízení REACH“) a Nařízení Komise (EU) č. 453/2010 ze dne 20. května 2010 týkající se vypracování Bezpečnostního listu. Informace, které nejsou v SIS uváděny, jsou k dispozici ve Zprávě o chemické bezpečnosti. Podle kritérií Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006 (tzv. nařízení CLP), v platném znění, nemusí být VEP klasifikovány ani označovány.

Problematika posuzování nebezpečnosti látek je nesmírně složitá a neustále se vyvíjí a mění. Poslední nesystematický návrh Evropské komise na změnu metodiky posuzování nebezpečnosti látek z roku 2017 byl zamítnut. Navrhovaná metodika hodnocení na základě výpočtů a přepočtů, které vycházely výhradně z koncentrací kovů v sušině, bez ohledu na jejich specifické chemické vazby a mocnosti v konkrétní dané látce, byla v naprostém nesouladu s dlouhodobě nastaveným systémem hodnocení nebezpečnosti látek, který vychází z provedení velice komplexní série toxikologických a ekotoxikologických experimentálních a reprodukovatelných testů pro každou látku.

Stavební výrobky z VEP podle harmonizovaných norem jsou v rámci EU uváděny na trh jako následující výrobky – popílek do betonu dle ČSN EN 450, popílek jako filer pro výrobu betonu dle ČSN EN 12620 v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 – tzv. nařízení o stavebních výrobcích – CPR (osvědčení o stálosti vlastností, resp. osvědčení o shodě řízení výroby).

Pokud producent nemá pro VEP žádné využití, stávají se takové konkrétní VEP odpadem podle zákona č. 541/2020 Sb.

Nakládání s VEP v režimu odpadů je vždy spojeno s poplatky za ukládání odpadů a s náklady na dopravu na skládku. Náklady na VEP, které jsou v režimu odpadů, tak mnohonásobně převyšují náklady na využívání VEP v režimu výrobků. V režimu odpadů jsou VEP využívány prakticky minimálně, především menšími producenty.

6.5.2 Legislativa ČR

V České republice existuje dlouhodobě komplikovaná a nejednoznačná situace v oblasti legislativy, týkající se využívání vedlejších produktů ze spalování tuhých paliv. Hlavním problémem stále zůstává stav, kdy jsou tyto produkty historicky neprávem považovány za odpad a pro producenty je tedy velmi obtížné zvyšovat jejich využití například ve stavebnictví. Jednou z mála výjimek jsou nové technické podmínky vydané Ředitelstvím silnic a dálnic a schválené Ministerstvem dopravy, které byly vydány s platností od 1.7.2024 - TP 268/2024 Alternativní materiály v tělese pozemních komunikací.

Významnou podporou pro producenty a dodavatele VEP by byla jednoznačná legislativní definice vedlejších energetických produktů jako druhotné suroviny, na kterou by navázal proces následné certifikace konkrétních výrobků s jasnými a jednoznačně stanovenými parametry. Takto certifikovaný produkt by byl uváděn na trh a následně využíván.

Hlavním cílem je definování jednotného a legislativně jasného a závazného postupu posuzování shody stavebních výrobků z VEP (sjednocení požadavků pro výrobky podle harmonizované evropské normy, pro stanovené výrobky podle národního systému posuzování shody a zejména pro nestanovené výrobky). Proto by měly být v postupech pro posuzování shody (resp. „certifikace výrobku“) zapracovány požadavky kladené na producenty podle nařízení REACH. Tímto by došlo ke sjednocení metodiky posuzování vlivu na lidské zdraví a životní prostředí, která je v současné době aplikována v zemích Evropské Unie.



Obr. č. 5: Legislativa nakládání s vedlejšími energetickými produkty

Při procesu uvádění stavebního výrobku na trh je nejprve třeba rozhodnout, zda se jedná o výrobek stanovený, a následně i jakým způsobem k němu bude přistupováno. Především zda bude uplatněn postup Evropským nebo národním systémem posuzování shody.

Pokud je pro daný výrobek zaveden Evropský systém posuzování shody, je jasně vyloučena možnost postupu dle národního systému, což platí pro všechny členské státy Evropské unie.

Tento stav nastane, pokud pro výrobek již byla zpracována a je platná Harmonizovaná evropská norma. V takovém případě se jedná o **stanovený výrobek**, který spadá pod Evropský systém posuzování shody

(podle nařízení CPR). Výrobce nebo dovozce tedy musí pro uvedení na trh postupovat v souladu s požadavky dané harmonizované normy. Posouzení končí vystavením evropského prohlášení o shodě a připojením označení CE. Tím je výrobek uveden na trh a všechny legislativní požadavky jsou splněny (například výrobky – popílek do betonu dle ČSN EN 450, popílek jako filer pro výrobu betonu dle ČSN EN 12620).

V případě, že (evropská) harmonizovaná norma pro výrobek neexistuje, je nutné ověřit, zda není zahrnut do systému národního. Stanovené výrobky jsou vyjmenovány v Příloze č.2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., v platném znění. Pokud je zde příslušný výrobek uveden, jedná o výrobek stanovený, který spadá pod Národní systém posuzování shody a výrobce nebo dovozce tedy musí postupovat v souladu s požadavky, které jsou definovány výše uvedeným nařízením vlády, potažmo konkrétní normou a stavebně technickým osvědčením. Výsledkem posouzení shody je vystavení Prohlášení o shodě.

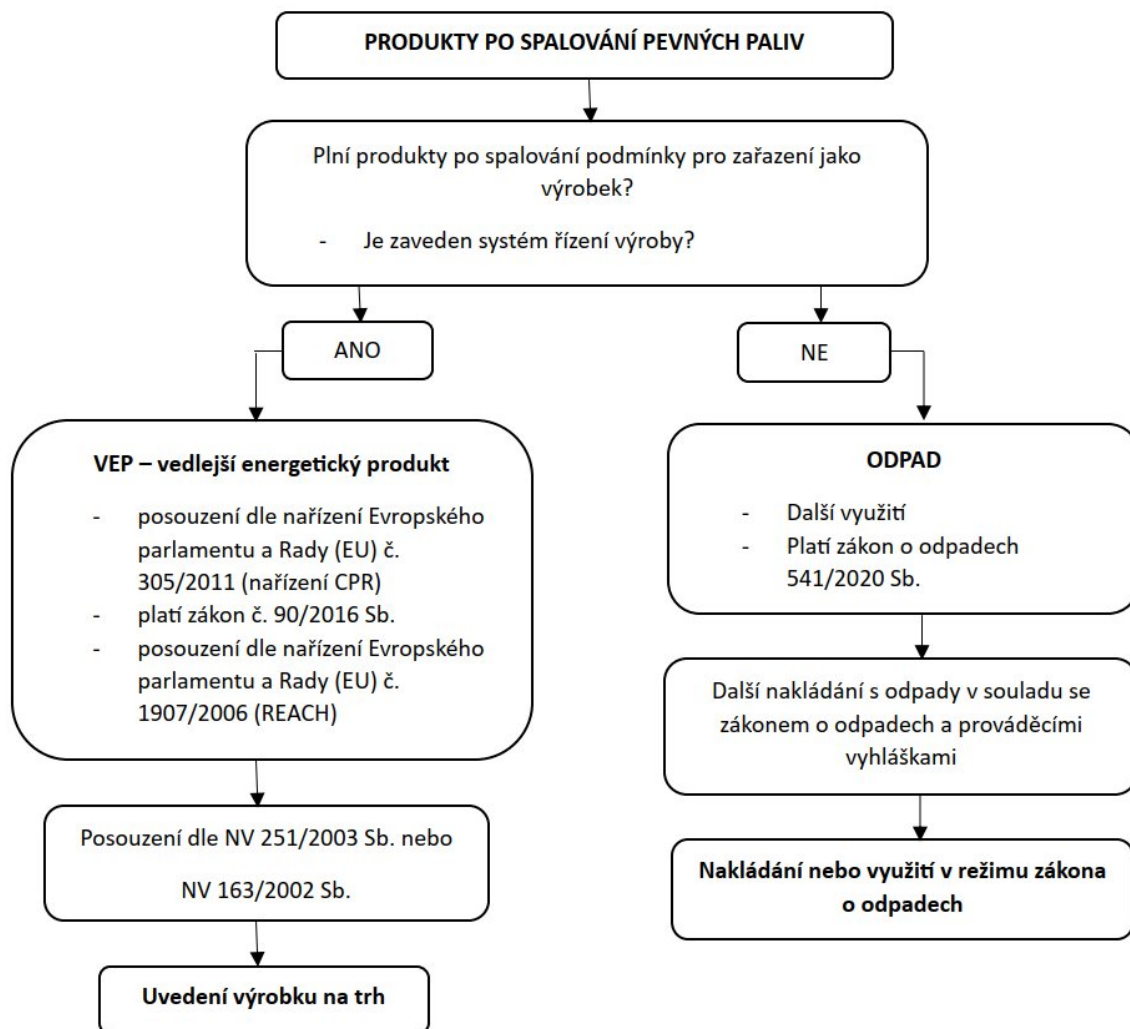
Před samotným procesem posouzení shody a uvedením stanoveného výrobku na trh je každý výrobce povinen zavést a udržovat „Systém řízení výroby“ daného výrobku tak, aby zajistil jednak jeho stálou kvalitu a dále zajistil, že výrobek bude trvale plnit základní požadavky na stavby. Požadavky na systém řízení výroby jsou stanoveny jednak nařízením vlády č. 163/2002 Sb. pro výrobky stanovené v tomto nařízení v platném znění, anebo příslušnou harmonizovanou normou pro výrobky.

Součástí systému řízení výroby je kromě dalších věcí i povinnost výrobce provádět stálou vnitřní kontrolu funkčních parametrů výrobků s četností, která může být stanovena v normách, technických předpisech, stavebním technickém osvědčení nebo technických dokumentech a přizpůsobená výrobku a jeho výrobním podmínkám. Kromě funkčních parametrů, které se mnohdy stanovují obtížně, případně je nelze zejména z časových důvodů provádět často, může výrobce zavést vnitřní systém identifikačních zkoušek, kterými prokáže identičnost průběžně vyráběného výrobku se vzorkem, který byl testován na všechny funkční parametry.

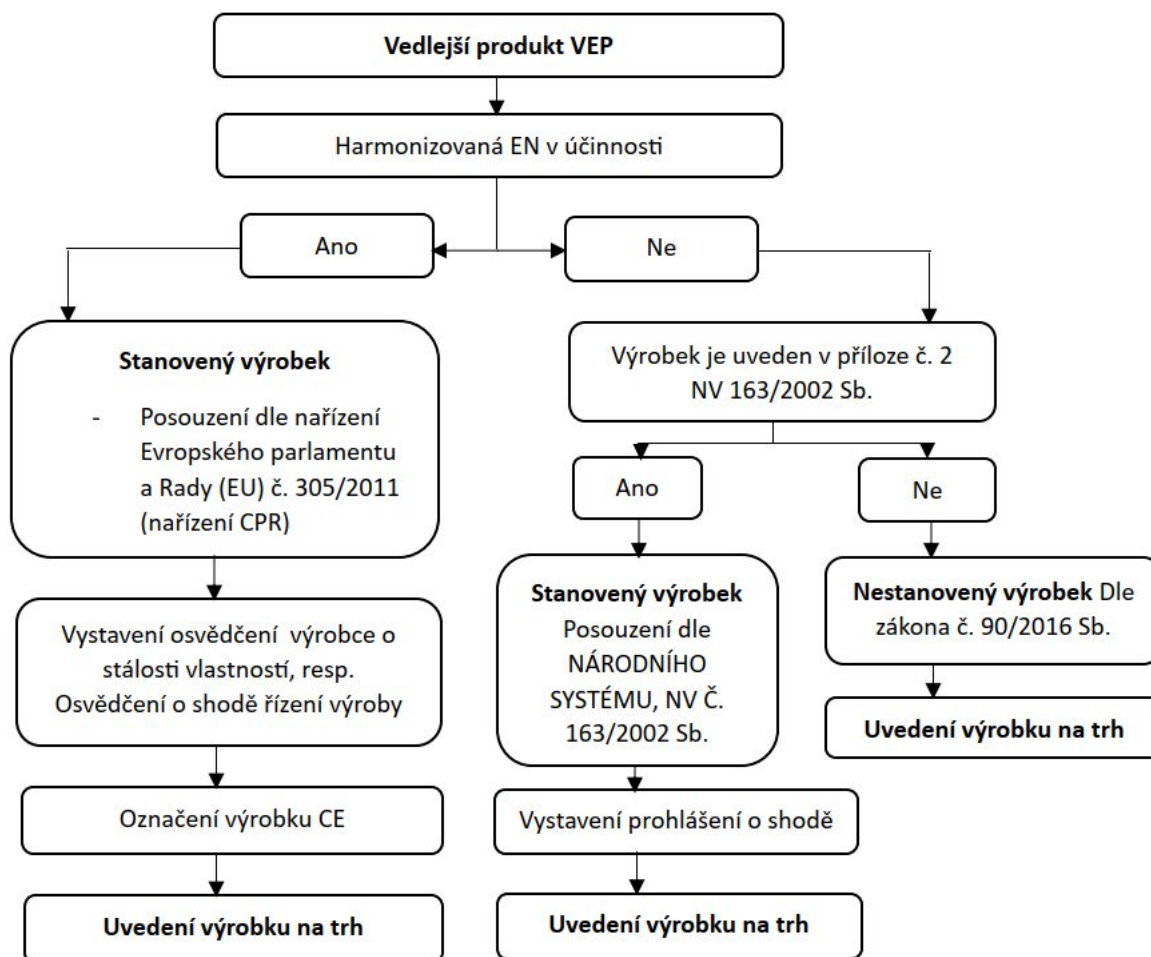
Do procesu certifikace stanovených výrobků byly rovněž zahrnuty požadavky na testování látek (obsažených ve výrobcích) dle nařízení REACH. Vybrané metodiky tohoto testování pro posouzení vlivu na lidské zdraví a životní prostředí byly zařazeny do revidovaných technických návodů. Kompletní seznam toxikologických a ekotoxikologických testů, které byly prováděny v rámci procesu registrace podle nařízení REACH je obsažen v registrační dokumentaci každé zaregistrované látky.

Nezbytnou podmínkou při posuzování vlivu na lidské zdraví a životní prostředí je požadavek, aby pro žádnou z látek obsažených ve výrobku nevyplývala podmínka klasifikace podle nařízení REACH a CLP. Splnění výše uvedených podmínek je nezbytnou podmínkou pro uvádění výrobku na trh. To znamená, že předložení registračního čísla přiděleného Agenturou ECHA každému výrobcovi po úspěšné registraci podle nařízení REACH a Zprávy o chemické bezpečnosti, ze které vyplývá, že se na látku nevztahuje povinnost klasifikace, musí být nedílnou součástí žádosti o posouzení shody (certifikace výrobku). Výše uvedený postup znamená jasné oddělení legislativních požadavků vztahujících se na výrobky (včetně látek obsažených ve výrobcích) od legislativních požadavků vztahujících se na odpady.

Pokud pro daný výrobek neexistuje harmonizovaná norma a ani není vyjmenován v Příloze č. 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., v platném znění, jedná se o **výrobek nestanovený**.



Obr.č.6: Rozhodovací proces výrobek versus odpad



Obr.č.7: Certifikovaný výrobek z VEP – možnosti uvedení na trh

Národní systém procesu posuzování shody – certifikace výrobku

Certifikace výrobku je proces posuzování shody výrobku s požadavky technických předpisů a technických specifikací. S pokračující harmonizací dochází k postupnému omezování národních systémů posuzování shody. Národní systémy postupně začínají sloužit jako doplnění systému evropského a vztahují se na výrobky, pro které ještě nebyla zpracována harmonizovaná norma.

Zabezpečením výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví je ze zákona pověřen Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Přehled požadavků pro stanovení konkrétních funkčních technických parametrů stanovených výrobků je uveden v Technických návodech pro činnost autorizovaných osob, jejichž garantem na základě pověření ÚNMZ je Technický a zkušební ústav stavební Praha, s. p. (TZÚS Praha, s. p.), který je oprávněn k posuzování shody jako autorizovaná osoba, oznámený subjekt a subjekt pro technické posuzování. Technické návody slouží autorizovaným osobám při posuzování shody v případech, že na daný výrobek neexistuje určená technická norma, případně tato norma nepokrývá dostatečně všechny základní požadavky na stavby nebo výrobce se rozhodne podle této normy postupovat.

Pro tvorbu návrhů nových technických návodů byly využity již existující české normy pro vysokoteplotní a fluidní popílků v aktuálním znění. Součástí tvorby těchto návodů byl i návrh úpravy Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. tak, aby příloha č.2 tohoto nařízení zahrnovala i dosud neuváděná využití pro vedlejší energetické produkty, které proto dosud byly certifikovány jako nestanovené výrobky. Zároveň je navrhováno zvolit pro posuzování shody těchto vedlejších energetických produktů nej přísnější možný postup, který je popsán § 5 v nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

6.6 Prognóza vývoje trhu energetických produktů

V současné době dochází k pozvolnému ústupu od klasické energetiky a tím i k útlumu produkce VEP. Z toho důvodu budou pro udržení kontinuity poptávky využity VEP uskladněné na složištích a úložištích, případně přímo v lokalitách elektráren.

Uplatnění VEP v pokročilejších výrobcích brání v mnoha případech některé jejich chemické, fyzikální a mechanické parametry, které jsou dány způsobem jejich vzniku, použitou výrobní technologií při spalování a rovněž i následným způsobem uložení na složištích. Z tohoto důvodu je aplikace stávajících VEP uložených na složištích v některých výrobcích (zejména stavebních výrobcích) poměrně náročná. Vhodnou technologickou úpravou však lze z těchto vstupů získat pokročilé materiály, které se uplatní na trhu v rámci stávajících legislativních a normových předpisů. Tržní potenciál produktů jako je popílek do betonu, popílek do cementu a kamenivo do betonu jako filler je vysoký, a to jak na vnitřním trhu ČR, tak zejména v západní a střední Evropě. V současné době se prokazatelně začíná na trhu v ČR i v Evropě projevovat kritický nedostatek druhotných materiálů pro stavební výrobu, který se projevil růstem cen. Např. ceny úletových popílků narostly prodejní ceny za poslední 3 roky o cca. 300 %, v některých případech až o 400 % u energosádrovce o více než 200 %.

Vedlejší energetické produkty (VEP) mají významný pozitivní vliv na snižování celkové ceny výsledných stavebních projektů a produktů, výrazně snižují dopad na životní prostředí (kdy v obou případech nahrazují primární neobnovitelné přírodní suroviny), zlepšují některé technické parametry stavebních materiálů a v neposlední řadě významně snižují energetickou náročnost výroby ve stavebním průmyslu – zejména cementu a anhydritu a následných stavebních výrobků a konstrukcí (beton, konstrukce zemních těles atd).

V poslední době je stále významnější faktem skutečnost, že využitím VEP dochází ke snižování emisí CO₂ a NO_x při nahrazování energeticky náročných surovin, jelikož emise vzniklé při produkci vedlejších energetických produktů jsou již zahrnuty v produktu elektrické energie nebo tepla. Například podle údajů producentů sdružených v ASAM je více než 1 milion tun úletových popílků ročně využito jako příměsí při výrobě cementu, náhrady cementu a příměsí v betonu, případně v cihlářském průmyslu.

K tomu je v České republice dalších 700 – 800 tis. tun energosádrovce ročně využito při výrobě sádrových poživ. Z dostupných zdrojů (výroční zprávy cementáren v ČR) je zřejmé, že při výrobě 1 tuny cementu je současně uvolněno cca. 0,75 - 0,9 tuny CO₂. Lze tedy konstatovat, že jen využitím vysokoteplotních úletových popílků jako náhrady cementu se ročně uspoří 0,75 – 1,35 mil. tun CO₂. Dalším významným přínosem je úspora primárních surovin nutných pro výrobu cementu (slínkotvorné suroviny), které jsou dnes odtěžovány z lomů.

U produkce energosádrovce lze konstatovat, že se jedná o jediný zdroj pro výrobu sádrových poživ v ČR a je v podstatě nenahraditelný, neboť ložiska přírodního sádrovce v ČR nejsou a ani tak nelze

předpokládat, že bude docházet k otevírání nových lomů. V rámci projektů společnosti ČEZ Energetické produkty bylo prokázáno, že v konkrétním případě – složiště Panský les v areálu elektrárny Mělník – lze uložený VEP zpětně využít s uhlíkovou stopou produktu, která je velmi nízká. Konkrétní projekt podle předběžné poptávky odběratelů počítá s dodáváním cca 200-300 tisíc tun VEP ročně nejméně po dobu 30 let.

Z hlediska uplatnění na trhu a zvýšení konkurenceschopnosti jsou technologie pro využití VEP ve stavebnictví u výrobců stavebních materiálů, především, cementů a betonů velmi rozvinuté. Budoucí uzavírání uhelných elektráren (konec spalování uhlí v elektrárnách je oficiálně vládou oznámen na rok 2033, nicméně při současných cenách emisních povolenek a cenách elektřiny budou pravděpodobně provozovatelé donuceni z ekonomických důvodů zavřít tepelné elektrárny dříve) a s tím související ztráta produkce „čerstvého“ popílku přinese otázku, čím tuto velmi ceněnou druhotnou surovinu nahradit. V blízké budoucnosti je tedy nutné nabídnout alternativu, jak výrobcům cementu a betonu, tak i jiným producentům stavebních výrobků. Je žádoucí dále podpořit využívání VEP, konkrétně odstranit nebo alespoň zmírnit technické překážky na straně dodavatele bránící většímu využití VEP a přinést i z toho plynoucí ekologické a ekonomické výhody, které lze shrnout v následujících bodech:

- deponie VEP fungují jako jakýsi „vyrovnávací“ sklad, ve kterém je VEP uložen a v okamžiku potřeby může být redeponován, upraven a prodán – tím dojde ve vyšší míře k uspokojení poptávky po VEP pro výrobu sádkokartonových desek, do cementu a betonu a k odstranění technické překážky nesouladu stavební (letní období) a energetické (zimní období) sezóny;
- deponie také umožní zásobování odběratelů po ukončení provozu uhelných zdrojů, protože obsahují řádově miliony tun deponovaných materiálů;
- takto využitelný VEP může být dále zpracován v technologii sušení, případně třídění atd.
 - tak bude možné garantovat přesné parametry popílku dle norem tak, aby byly splněny požadavky na dodávky certifikovaných produktů se stálými vlastnostmi;
- přítomnost popílku v cementu a betonu má velmi příznivé dopady na výsledný produkt (popílek zlepšuje odolnost betonů proti účinkům kyselin, proti vysokým teplotám, snižuje hydratační teplo v průběhu zrání betonových směsí, má pozitivní vliv na zpracovatelnost betonu, na jeho výslednou pevnost s dlouhodobým růstem v čase);
- využitím takových materiálů se sníží emisní stopa staveb
- posledním, ale neméně důležitým přínosem, je přínos ekonomický (cena popílku je řádově nižší než cena primárních surovin (cementu)).

6.7 Strategické cíle a vize rozvoje odvětví energetických produktů

Hlavním cílem a vizí v oblasti energetických produktů je jejich jednoznačná definice jako druhotné suroviny a zvýšení míry jejich využívání především v oblasti stavebního průmyslu (budování dopravní infrastruktury – podpora vhodnými ekonomickými nástroji při zadávání státních zakázek, využití v betonu, cementu atd.). Prioritou je především jejich náhrada za primární přírodní neobnovitelné suroviny (zeminy, štěrkopísek, kámen, vápenec, slínek), využívání jako nástroje k ochraně životního prostředí (snížení emisí skleníkových plynů) a potenciálu k ekonomickým přínosům (v konečném důsledku snížení nákladů ve stavebním průmyslu).

Četné studie (zejména rozsáhlé testování podle nařízení (ES) č. 1907/2006 – nařízení REACH) prokázaly, že při dodržování podmínek stanoveného použití nemají energetické produkty negativní dopad na lidské zdraví ani na životní prostředí. Rovněž při posuzování shody a uvádění na trh musí splňovat příslušné národní a evropské normy a nařízení pro certifikované výrobky. Velmi významným faktorem souvisejícím s ochranou životního prostředí je skutečnost, že zvýšené využívání energetických produktů (zejména popílků z technologie klasického spalování) výrazně přispívá ke snížení emisí oxidu uhličitého především náhradou za slínek používaný k výrobě cementu (náhradou slínku popílkem se sníží emise oxidu uhličitého nejméně o 70 %). Prioritou musí být co největší materiálové využití vedlejších energetických produktů (včetně deponií a úložišť), především v oblasti tzv. vázaných aplikací (při výrobě betonu, cementu, pórobetonu, cihlářských výrobků, alternativních pojiv) a při liniových stavbách.

V oblasti státní politiky druhotných surovin by bylo vhodné stanovit legislativní povinnost k využívání vedlejších energetických produktů zejména při stavbě pozemních komunikací v blízkosti zdrojů (elektráren, tepláren) a již v procesu projektování těchto staveb podpořit jejich následné využívání i ekonomickými nástroji. Stejným způsobem podporovat výrobce označováním svého výrobku jako „ekologicky šetrný výrobek“ atd. Výše uvedenými nástroji je nutné motivovat především subjekty ve stavebním průmyslu k co největšímu využívání VEP (druhotné suroviny) jako náhrady za primární neobnovitelné přírodní suroviny.

Vize

- **Nahradit primární neobnovitelné přírodní suroviny v co největší míře využíváním VEP jako jejich náhrady**
- **Definovat jednoznačně legislativním předpisem vedlejší energetické produkty jako druhotné suroviny**
- **Ekonomickými nástroji podporovat využívání VEP jako druhotné suroviny z již existujících deponií, úložišť atd.**
- V rámci dotačních výzev, resp. podpory projektů TAČR zaměřit podporu na vývoj a zlepšování technologií pro využívání VEP z existujících deponií, úložišť atd.
- Prioritou využívání VEP musí být tzv. vázané aplikace – tedy výroba cementu, betonu, pórobetonu, cihlářských výrobků, alternativních pojiv atd.

Cíle

Krátkodobé cíle

- **zahájit legislativní proces podpory uplatnění energetických produktů jako významné druhotné suroviny při náhradě přírodních neobnovitelných zdrojů** (např. pomocí nástroje „ekologicky šetrný výrobek“)
- **stanovit ekonomické nástroje podpory uplatnění energetických produktů jako významné druhotné suroviny při náhradě přírodních neobnovitelných zdrojů**
- identifikovat oblasti s potenciálem většího využívání energetických produktů
- identifikovat oblasti využití s vyšší přidanou hodnotou
- Při projektování a realizaci staveb financovaných z prostředků EU, České republiky nebo staveb se státní podporou podpořit ekonomickými nástroji využívání VEP jako náhrady primárních neobnovitelných surovin

Střednědobé cíle

- **Legislativně definovat ekonomické nástroje pro podporu využívání vedlejších energetických produktů z deponií a úložišť**
- Zvýšit využití energetických produktů v tzv. pevně vázaných aplikacích (beton, cement atd.) a při budování dopravní infrastruktury až na cca dvojnásobné množství v porovnání se současným stavem
- Spolupracovat s orgány státní správy při tvorbě legislativy podporující využívání energetických produktů (inspirace např. v Německu legislativní povinnost využít energetické produkty při stavbě komunikací v okolí jejich zdrojů)
- Zvýšit povědomí projektových a stavebních společností o ekonomickém a ekologickém přínosu při využití energetických produktů
- Zavedení ekonomické motivace pro zvýšení jejich využívání
- Zajistit využívání energetických produktů při zadávání státních zakázek v oblasti stavebního průmyslu (především dopravní infrastruktura)
- Pro výrobky z VEP (např. podíl nad 25 %) umožnit legislativním předpisem využívat označení „ekologicky šetrný výrobek“
- Během následujících 10 let postupně nahradit až 25 % podíl primárních neobnovitelných přírodních surovin ve stavebním průmyslu vedlejšími energetickými produkty

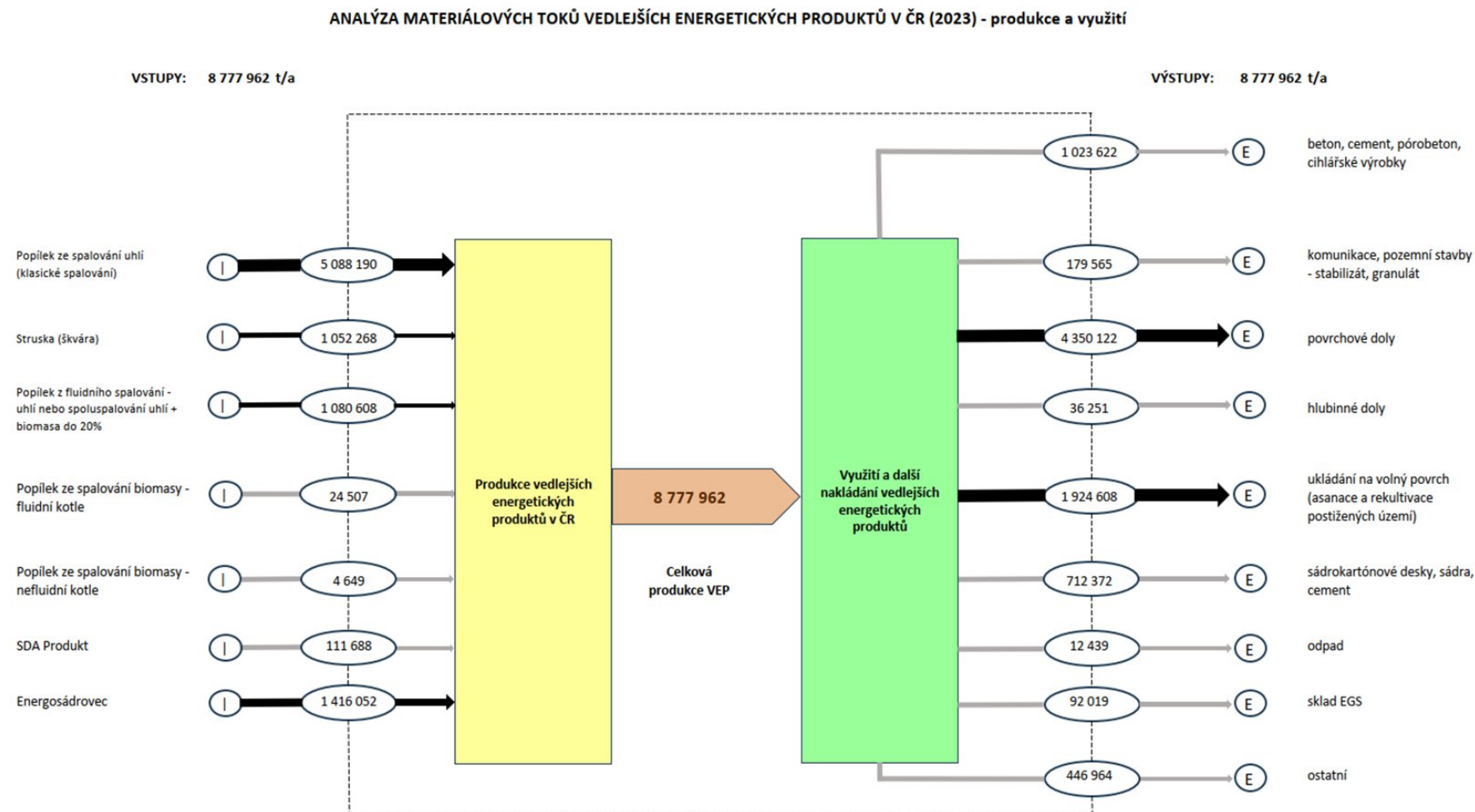
Dlouhodobé cíle

- **Zajistit bezpečné využívání energetických produktů v ČR v režimu výrobků,**
- Dokončení legislativního procesu a zavedení ekonomických nástrojů pro podporu využití energetických produktů zejména ve stavebním průmyslu a při budování dopravní infrastruktury
- Zvýšit využití energetických produktů v tzv. pevně vázaných aplikacích (beton, cement atd.) a při budování dopravní infrastruktury až na cca trojnásobné množství v porovnání se současným stavem
- Vytvořit efektivní síť odběratelů zahrnující ve větším zastoupení společnosti stavebního průmyslu (náhrada přírodních zdrojů: beton, cement, dopravní komunikace, zahlazování následků důlní činnosti atd.)

6.8 Diagram toku zdrojů

Hodnoty v následujícím diagramu – analýza materiálových toků – jsou uvedeny v tunách za rok 2023.

Analýzu materiálových toků vedlejších energetických produktů (VEP) bylo možné sestavit pouze z dat, která byla poskytnuta od členů ASAM pro produkci a využití VEP. Data neobsahují odhad nejistot, údaje jsou v tunách.





Zpracovali:

Ing. Pavel Sokol, Ph.D.

Ing. Pavel Donát

Ing. Zuzana Tomešová

Ing. Petr Formáček Ph.D.

Asociace stavebních a alternativních materiálů ve spolupráci s ČEZ Energetické produkty, s.r.o.

Srpen 2024