

## Budoucnost pojivových systémů pro výrobu jader

Zobrazeno na příkladu oblasti Německo

Peter Gröning, Dr. C. Kuhlitz

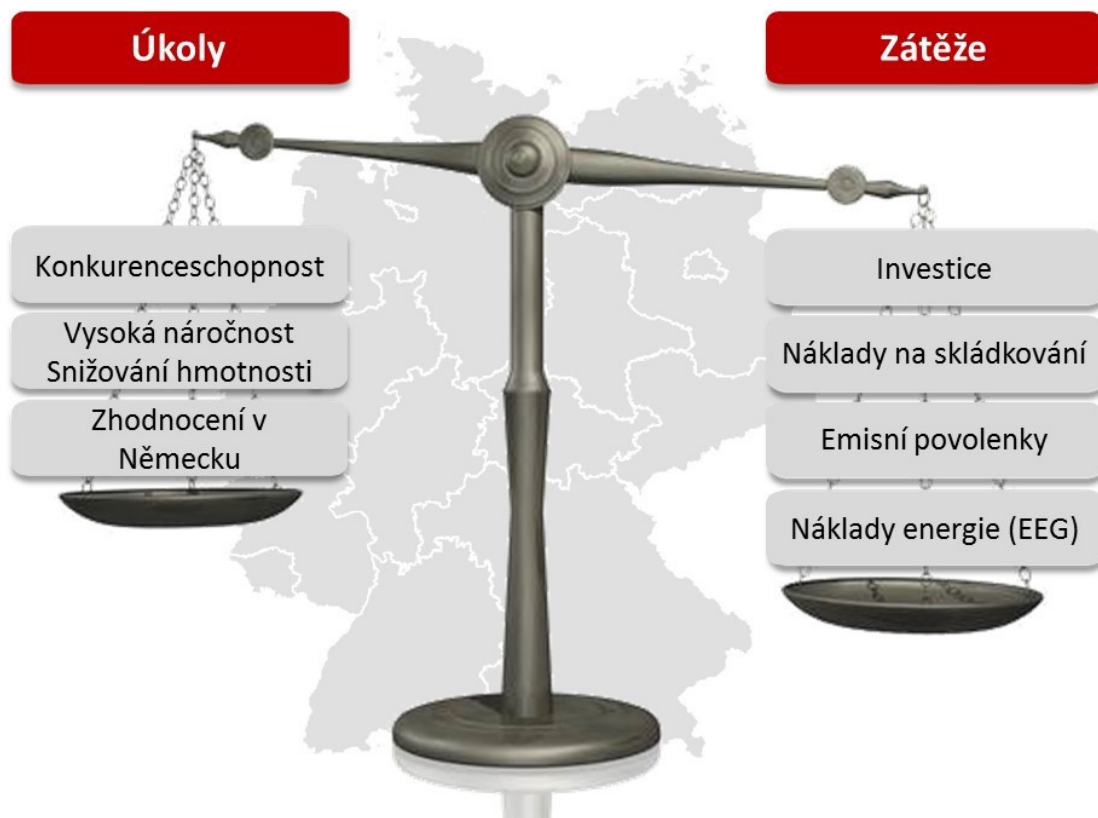
Pro pochopení budoucnosti, by člověk měl znát svou minulost, nebo jak mnil Niels Bohr: „*Prognózy jsou obtížné, zvláště pokud se týkají budoucnosti*“.

Odlévání je již tisíce let a zůstane i v budoucnosti, jedním a tím samým: inovativním procesem.

Nové požadavky a použití budou i do budoucna důvodem, proč odlévání zůstane silným faktorem v mezinárodním řetězci při vytváření hodnot. Vedle oblasti automobilového sektoru je skrytý potenciál pro odlévané komponenty i v bezpečtu dalších odvětví, jako příklad lze uvést oblast obnovitelných energií. Odlévání umožňuje ucelené materiálové toky a tím rozhodujícím způsobem přispívá k ochraně a šetření zdrojů.

### Politické a ekonomické výzvy slévárenského průmyslu

Situace sléváren je poznamenána velkými a dále vzrůstajícími konkurenčními tlaky a současně klesajícími cenami odlitků. Zvláště hospodářsky silně rostoucí světové regiony (BRIC státy = Brazílie, Rusko, Indie, Čína), budou tlak na evropský průmysl nadále zvyšovat. Evropské země se zavázali a cítí odpovědnost, být průkopníky v otázkách životního prostředí a ochrany klimatu.



Obr. 1: Hospodářská rovnováha mezi úkoly a zátěžemi ve slévárenství

Následkem toho, je evropský průmysl zatížen vzrůstajícími nákladnými požadavky. Pro další zachování úspěšného působení v tržním hospodářství, vyvstávají mimo jiné následující možnosti:

- Výroba vysoce náročných (komplexních) odlitků
- Využití kompletního řetězce přidaných hodnot a/nebo
- Zvýšení stupně automatizace.

Navíc k tomuto vznikl v posledních letech tlak skrze nové úkoly, např. řešení zátěží. Příkladem lze uvést ceny energií (EEG-daň) a obchod s emisními povolenkami. Veškerí partneři z oblasti průmyslu a politiky by měli konstruktivně spolupracovat, aby byla rovnováha ve slévárenském průmyslu nadále zachována (**obr. 1**).

Dále se zvyšující požadavky na náročnost a kvalitu odlitků jsou podmíněny neustálými zlepšeními a optimalizacemi používaných pojivových systémů a metod. Toto také vyžaduje od dodavatelských společností, aby byly připraveny k inovacím a kontinuálně usilovali o to, aby bylo možné vysoké požadavky splnit. Vývoj pojivových systémů a nátěrů pro výrobu jader, které se vyznačují sníženou tvorbou plynů a omezenými emisemi, je významným předpokladem pro zhotovení složitých struktur odlitků a pro zmenšování tloušťek stěn, tj. snižování hmotnosti.

### Technologické trendy ve slévárenském průmyslu

#### Lehký průmysl

Hnaný požadavky z oblasti automobilového průmyslu, se ve slévárství etablovaly dva hlavní směry vývoje. Na jedné straně požadují především výrobci automobilů **snižování hmotnosti**, což má za následek, že se zvyšuje poptávka po využití lehkých kovů a to zejména slitin hliníku. Díky vývoji stále menších ale výkonnostně silnějších agregátů (Downsizing) se zároveň zvyšují **požadavky** na používané materiály (vysoké teploty a tlaky).

Proto se slévárny vyrábějící odlitky pro automobilový průmysl, intenzivně zabývají zlepšováním materiálů slévárenských ocelí a litin (tenkostěnné odlitky, nové třídy materiálu).

Další aspekt, který je čím dál více brán na zřetel, je výroba odlitků s **použitím materiálů** produkujících co **nejnižší emise**. Vzdávající citlivost obyvatel, zpřísnující se nařízení a zákony a v neposlední řadě samotná ochrana pracovníků sléváren, vyžadují širší nasazení lepších pojiv a metod. Příkladem zpřísněných požadavků z posledních let jsou mimo jiné nová kategorizace Furfurylalkoholu a terciárních aminů u metody Cold-Box. Pro uspokojení požadavků trhu, existují z pohledu slévárenské chemie například následující potenciály zlepšení:

- Použití anorganických pojivových systémů a
- Použití organických pojivových systémů s anorganickými komponenty.

Optimálním řešením je určitě použití anorganických pojivových systémů. Tímto mohou být nejčastější zdroje emisí odstraněny popř. zredukovány. Vývoj a zavádění anorganických systémů v posledních letech výrazně vzrostlo. Vzrostlo i akceptování a připravenost pro použití těchto systémů. Zvláště u kokilového lití hliníkových slitin jsou výhody a síla anorganických systémů velmi zřetelné. Použití anorganických systémů je intenzivně sledováno i v oblasti výroby odlitků z litin a oceli. Přesto u všech oblastí, není rychlý přechod na anorganické systémy, z technologických a hospodářských důvodů možný. Avšak i samotné organické systémy prošly v posledních letech neustálým zlepšováním a mají velký přínos díky šetrné produkci odlitků s ohledem na životní prostředí.

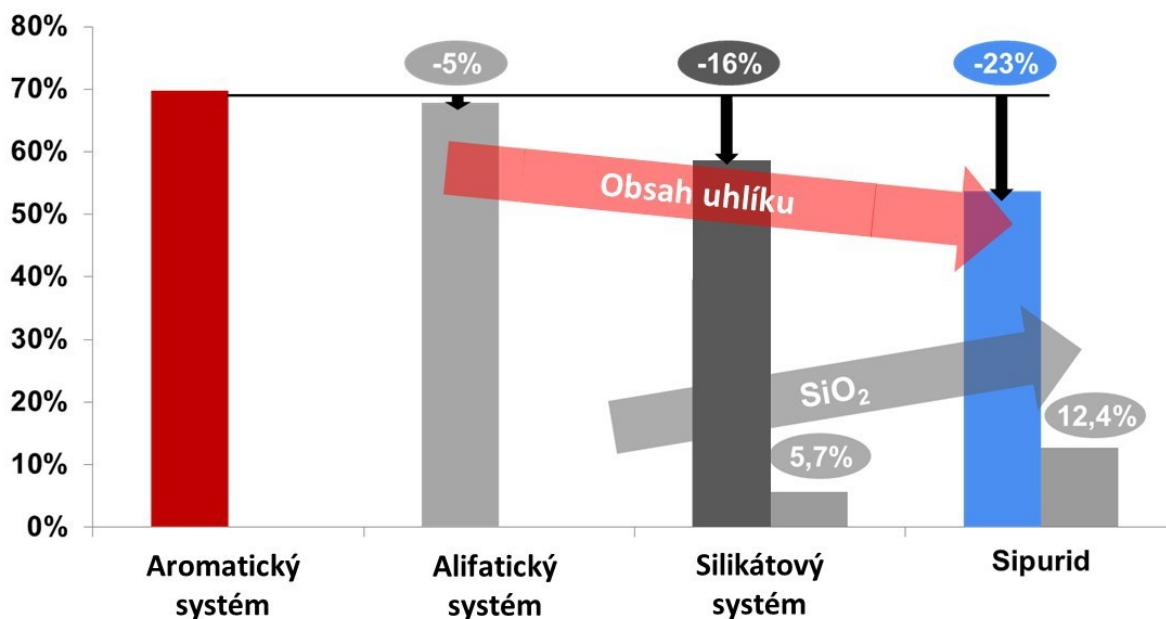
#### Trendy a vývoje u etablovaných pojivových systémů jader

Pokud měly v oblasti slévárenského vývoje v předešlých letech největší význam produktivita a rozměrové požadavky, pak dnes je to především význam s ohledem na životní prostředí a s tím spojené použití udržitelných, vůči životnímu prostředí a zdrojům šetrných technologií pojiv.

Velké pokroky v oblasti snižování emisí, byly dosaženy u za studena a za tepla vytvrzovaných systémů a metod. Organické pojivové systémy, především pak metody Cold-Box, jsou stále dominantními metodami výroby jader, zvláště pak při sériovém lití. Těto pozice dosáhla metoda Cold-Box díky možnosti všestranného použití, díky své efektivnosti a díky svému dalšímu technicko-technologickému vývoji.

Hüttenes-Albertus jakožto inovativní slévárenský dodavatel, začal s předstihem vyvíjet pojivové systémy se zlepšenými vlastnostmi. V roce 1999 byly ve slévárnách použity první systémy HA-Cold-Box, obsahující podíly nosných silikátových látek. Nosné látky Cold-Box-Silikátových systémů jsou anorganické povahy, jelikož obsahují místo uhlovodíků Si-spojení v molekulách. Hüttenes-Albertus tyto systémy dále plynule vyvíjel a postupně anorganické podíly stále zvyšoval. Tato nová generace Cold-Boxových pojivových systémů vede k dalšímu zlepšení s ohledem k nezávadnosti vůči životnímu prostředí a ke snížení škodlivin a je důležitým mezipříčkem na cestě k anorganické výrobě jader. (obr. 2)

## Systémy Cold-Box – obsah uhlíku / obsah SiO<sub>2</sub>



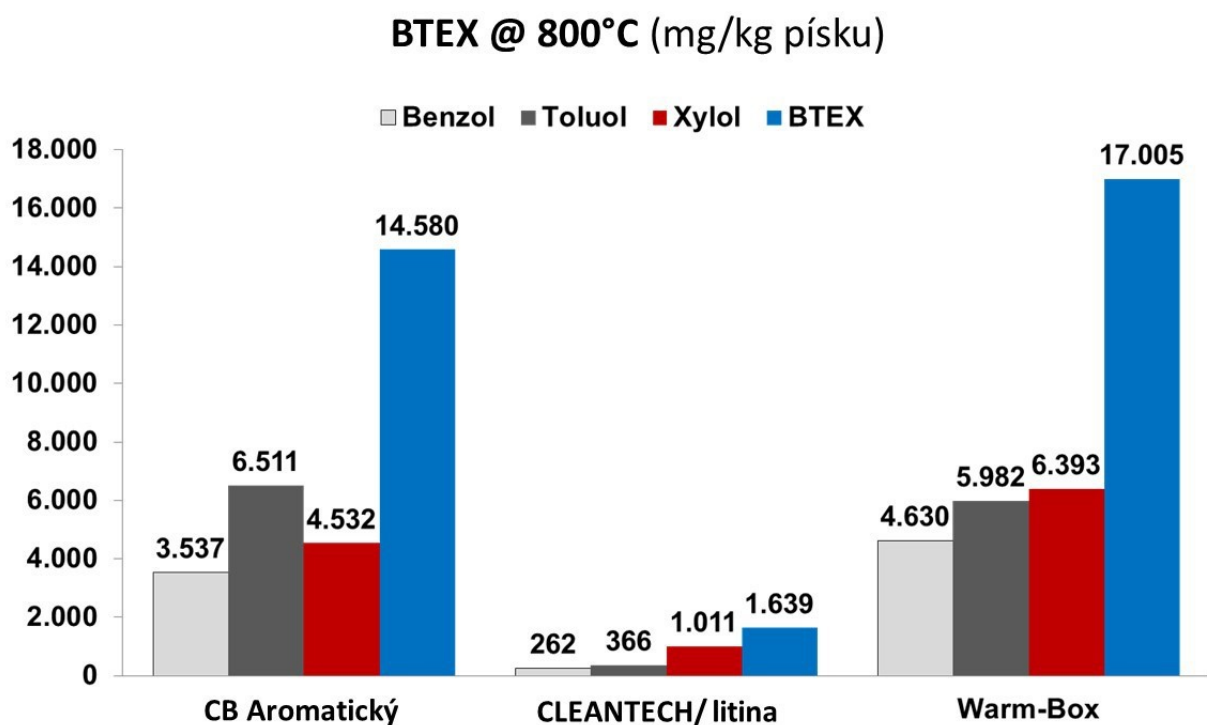
Obr. 2: Další vývoj Cold-Boxových systémů

V dnešní době obvyklé za studena vyráběné furanové pryskyřice, jsou většinou kondenzované produkty z furfurylalkoholu, močoviny a formaldehydu. Močovina obsažená v těchto produktech je více či méně zodpovědná za vysoký podíl dusíku v těchto pryskyřicích. U moderních **metod na bázi furanových pryskyřic**, jsou používány systémy se sníženým obsahem síry, které snižují obsah síry v okrajových zónách a tím zamezují oduhlíčení povrchu. Snižují se také emise škodlivin a zápachu. Nejnovější za studena vyráběné pryskyřice obsahují méně než 25% volného furfurylalkoholu.

**Metoda CLEANTECH** - alternativa vůči metodám typu Hot-Box v oblastech neželezných a lehkých kovů – je prováděna s ve vodě rozpuštěnými složkami močoviny a s latentní kyselinou jako tvrdidlem

(dvousložkové). Pro oblast litinových odlitků se metoda CLEANTECH používá jako tříložková. U těchto systémů dochází k reakci s ve vodě rozpuštěnými složkami močoviny spolu s přírodními polymery z obnovitelných (dorůstajících) surovin (pro zvýšení termické stability) a s latentní kyselinou jako tvrdidlem. Tato organická metoda výroby jader je šetrná vůči životnímu prostředí, vůči zdrojům a vůči financím, použitý písek je možné termicky regenerovat a **tento může být znovu použit u stejné metody nebo i u jiných procesů výroby jader.**

U běžných strojů systému Hot-Box, je možné vyrábět jádra s velmi dobrými mechanickými vlastnostmi. Teplota jaderníku se pohybuje od 80 do 120°C. Navíc je přiváděn vzduch zahřátý na teplotu 110°C, aby bylo možné vypudit vodu obsaženou v pojivovém systému. Patentovaný dvojitý katalyzátor urychluje tvrzení pryskyřice a zároveň slouží jako poutač formaldehydu. Výsledkem je velice nízký obsah volného formaldehydu v pracovním prostředí. Další výhodou je použití vody jako samotného rozpouštědla. Není použito žádné jiné organické rozpouštědlo a složení neobsahuje žádné další uvolňující se organické složky (VOC). (obr. 3)



Obr. 3: CLEANTECH: emise po odlití

### Anorganika jako standart: odlévat zcela bez emisí

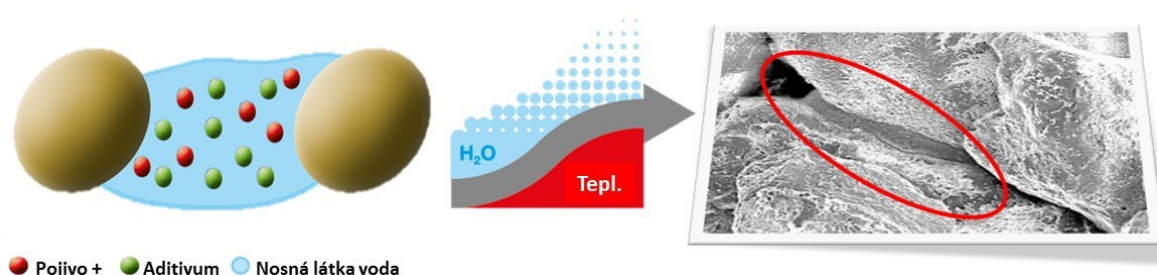
Anorganická pojiva ve slévárenském odvětví, jsou řešením pro udržitelné, energeticky a zdrojově efektivní procesy. Společnosti Hüttenes-Albertus se podařilo ve spolupráci se svými slévárenskými partnery, vyvinout anorganický pojivový systém, který je svými vlastnostmi porovnatelný s na trhu aktuálně dostupnými organickými systémy, a zároveň nabízí přednosti s ohledem na snížení emisí a zvýšení produktivity.

**Pojivo CORDIS**, modifikované silikátové rozpouštědlo, je mícháno s aditivem ANORGIT (syntetická anorganická přísada), a reaguje za přispění působení tepla s reaktivní složkou aditiva v Sol-gelový-proces, a přitom vzniká třídimensionální zasilování. (obr. 4)

Vytvrzení jader probíhá hlavně působením tepla a vypuzením vody z pojivového systému. Tímto způsobem nedochází při výrobě jader k žádnému vzniku škodlivin nebo zápachu, které musí být zpravidla jinak složitě odstraňovány.

Díky intenzivnímu vývoji je možné využít anorganický dvousložkový pojivový systém CORDIS pro různé aplikace a to jak ekonomicky, tak emisně únosného sériového pojivového systému. Společně se zákazníky se podařilo vyřešit faktory jako je stabilita skladování, pevnost, reaktivita, pískové nálepy, **zhuštění jader**, manipulace roboty, odjádření a časy taktů tak, že bylo možné od roku 2006 u Volkswagenu a od roku 2011 u Mercedesu, použít toto pojivo pro sériovou výrobu a tím zajistit emisně čisté odlitky.

## Vytvrzení a vznik pojivových můstků u systému: Cordis – pojivo a Anorgit - aditivum



Obr. 4: Anorganika – vytvrzení a tvorba pojivových můstků

### Rapid Prototyping – vůči životnímu prostředí šetrný 3D tisk

U Rapid Prototypingu nebo u 3D tisku, je zhotovován model postupným vrstvením za pomoci trysek uspořádaných v jednotlivých úrovních, podobně jako je tomu u inkoustových tiskáren. Díky malé velikosti kapek, které tento systém vytváří, je možné zhotovit i ty nejmenší detaily. Na cestě za udržitelnými, energeticky a zdrojově udržitelnými procesy, zaujímají anorganická pojiva v oblasti slévárenství stále silnější postavení při strategickém rozhodování.

Výrobci RP-strojů voxeljet a společnosti Hüttenes-Albertus se jako prvním podařilo, vyrobit bez pomoci nástrojů a s využitím 3D tisku, anorganicky pojené formy a jádra. Tímto je, vůči životnímu prostředí šetrný 3D tisk, dalším krokem k ucelenému výrobnímu procesu bez zátěže na životní prostředí.

Formovací systém vyvinutý ve spolupráci společnosti Hüttenes-Albertus a voxeljet, umožňuje použití anorganického pojivového systému CORDIS u 3D tiskáren voxeljet. Při 3D tisku na VX1000 je v mikrometrových vrstvách nanášeno ostřívo ošetřené anorganickým pojivem, na konstrukční plochu a následně je přetištěno tekutou složkou. Zpuštění tisku aktivuje pojivo obsažené v písku a toto následně váže ostatní v okolí nacházející se složky. Tento proces je prováděn vrstvu po vrstvě, dokud není dosaženo požadovaného tvaru. Takto vyrobené formy jsou následně po určitou dobu vysoušeny v peci a poté jsou připraveny k odlévání.

Oproti organickým systémům nedochází u anorganických systémů k vyhořívání po odlití. Tím je zamezeno vzniku emisí, známých u organických systémů, a škodlivých jak vůči životnímu prostředí, tak i vůči zdraví pracovníků. Známá tvorba kouře následkem spalování organických pojiv, použitím nové technologie taktéž odpadá.

Výhody:

- 100% anorganické pojivo
- zcela bezemisní procesy výroby jader a odlitků
- nízká tvorba plynů
- vysoká přesnost?
- vysoká pevnost jader
- exaktní 3D tisk
- rychlé prototypy a vývoj malých sérií

#### **Pocity a výhledy:**

Vlastnosti pojivových systémů byly v posledních letech znatelně vylepšeny. Zvláště emisní bilance byla optimalizována díky dalším a nově vyvinutým systémům. Vysoké náklady na skládkování a na nákup surovin, jakožto i zákonná nařízení, vyžadují zvýšené využití regeneračních systémů. Nové Hybridní systémy mohou převzít přechodovou funkci mezi organickými a anorganickými pojivovými systémy.

Použití anorganických systémů, zvláště pak u kokilového lití hliníkových slitin, bude nadále narůstat. Je očekáváno nasazení anorganických systémů i u odlitků z litiny a oceli. Budoucnost se bude také vyznačovat tlakem na vylepšení a využití technologií regenerace anorganických systémů. Použití jiných anorganických systémů – například solná jádra u tlakového lití – na sebe také nenechá dlouho čekat.

**Kontaktní adresa:** HÜTTENES-ALBERTUS Chemische Werke GmbH, D-40549 Düsseldorf,  
Wiesenstr. 23/64, Tel.: +49 (0)211 5087-0, Fax: +49 (0)211 5087-228,

E-Mail: [info@huettenes-albertus.com](mailto:info@huettenes-albertus.com), [www.huettenes-albertus.com](http://www.huettenes-albertus.com)