

# EVROPSKÁ ASOCIACE VÝROBCŮ A ZPRACOVATELŮ STRUSKY EUROSLAG SE ZASAZUJE O BĚŽNÉ VYUŽÍVÁNÍ STRUSKY VE STAVEBNICTVÍ

V roce 2000 evropští výrobci a zpracovatelé strusky vytvořili asociaci organizací a společností, které vyrábí nebo používají výrobky ze strusky, nazvanou EUROSLAG. Cílem této asociace jsou:

- Podpora a rozvoj použití strusky
- Zajištění, že se výrobky ze strusky vyrábějí nejlepším možným způsobem
- Podpora komunikace mezi výrobcí a uživateli výrobků ze strusky
- Koordinace technických skupin a výzkumu a vývoje
- Dát dohromady zástupce dodavatelské a uživatelské sféry
- Poskytovat koordinovaný přístup k evropské standardizaci

## Sekretariát:

FEhS – Institut fuer Baustoff-Forschung e.V.

Bliersheimer Strasse 62, D-47229 Duisburg-Rheinhausen, Germany

Phone ++49/2065/9945-0 Fax ++49/2065/9945-10

E-Mail [info@euroslag.org](mailto:info@euroslag.org) Internet: <http://www.euroslag.org>

## EUROSLAG Technický list č. 1

### Co je struska

Granulovaná vysokopeční struska (GBS) je vyráběna ze struskové taveniny vznikající při tavení železné rudy ve vysoké peci. Rychlé ochlazení vodou nebo vzduchem vytváří sklovitý granulovaný materiál s latentními hydraulickými vlastnostmi. Používá se do cementu, betonu, malty, cementového mléka a s kamenivem.

### Charakteristika materiálu

Strusková tavenina se podobá sopečné lávě. Pokud ztuhne, je struska (GBS) anorganickým, sklovitým materiálem. Sklovitost je výsledkem obdobných vlastností jako má cement. Hlavní složky strusky z hlediska chemického rozboru jsou čtyři: CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a MgO. Dále jsou přítomny i TiO<sub>2</sub> a MnO, jež ovlivňují latentní hydraulické vlastnosti. Vzhledem k podmínkám při výrobě železa zůstávají těžké kovy v železu. Zbylé sledované prvky jsou ve strusce přítomny v obdobném množství, v jakém se vyskytují v přírodních minerálech.

### Fyzikální vlastnosti

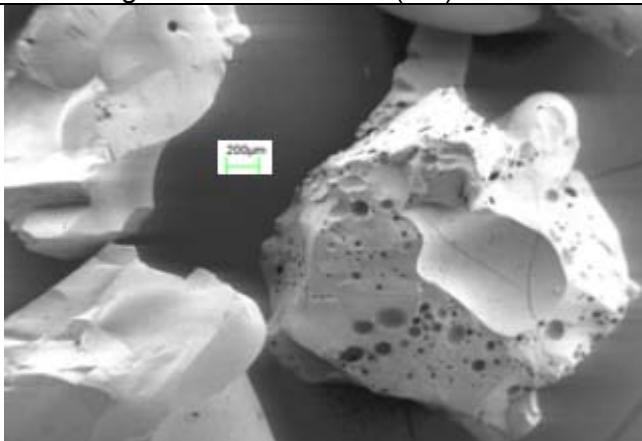
Obsah skloviny	60,4 až 100 %
Objemová hmotnost	2,796 až 3,070 g/cm <sup>3</sup>
Zdánlivá objemová hmotnost	2,021 až 2,843 g/cm <sup>3</sup>
Sypná objemová hmotnost	0,689 až 1 427 g/cm <sup>3</sup>
Mezerovitost	2,5 až 31,2 %
Propad sítem 0,5 mm	3,6 až 78,6 %
Propad sítem 3,2 mm	81,1 až 100 %



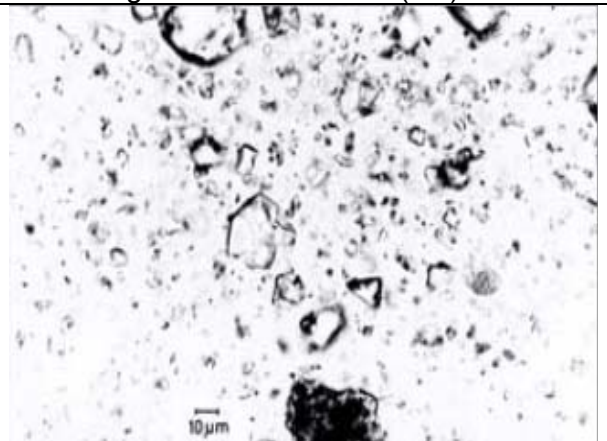
Nemletá granulovaná struska (LM)



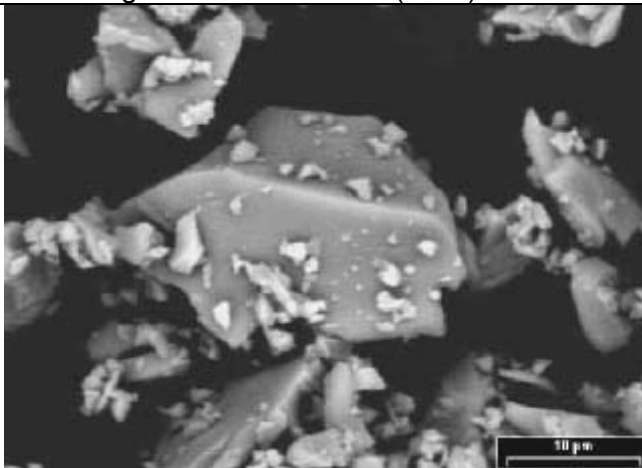
Nemletá granulovaná struska (LM)



Nemletá granulovaná struska (SEM)



Mletá granulovaná struska 4900 cm<sup>2</sup>/g (LM)



Mletá granulovaná struska 4200 cm<sup>2</sup>/g (SEM)



Nemletá granulovaná struska na cementárně

## Chemické složení (v procentech celkového obsahu)

Tabulka 1 – Porovnání granulované vysokopeční strusky (GBS) a běžným portlandským slínkem (OPCC)

Component:	GBS			OPCC		
Insoluble residue	0.03	-	4.06	0.04	-	0.72
SiO <sub>2</sub>	30.5	-	40.8	19.8	-	23.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.9	-	17.6	4.0	-	6.5
FeO	0.12	-	4.72	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	1.50	-	3.80
TiO <sub>2</sub>	0.07	-	3.70	0.13	-	0.30
MnO	0.07	-	3.12	-	-	-
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	0.01	-	0.28
CaO <sub>total</sub>	30.9	-	46.1	64.1	-	68.4
CaO <sub>free</sub>	-	-	-	0.30	-	2.37
MgO	1.66	-	17.31	0.72	-	4.66
Na <sub>2</sub> O	0.09	-	1.73	0.03	-	0.38
K <sub>2</sub> O	0.08	-	1.51	0.37	-	1.30
Na <sub>2</sub> O-Equivalent <i>Na<sub>2</sub>O + 0,658·K<sub>2</sub>O</i>	0.19	-	2.61	0.47	-	1.07
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.00	-	0.86	0.14	-	1.84
S <sup>2-</sup>	0.42	-	2.29	-	-	-

**Legenda** Insoluble residue = Nerozpustný zbytek

V závislosti na různém chemickém složení, metodách a parametrech granulování se může morfologie zrn strusky GBS lišit – od hutné struktury bez významné mezerovitosti až po velmi mezerovitou a sypkou formu. Všeobecně jsou zrna strusky ostrohranná s příležitostným výskytem protáhnutého jehlicovitého tvaru.

### Požadavky a normy

Evropská norma EN 197-1 obsahuje požadavky na obsah skloviny a zásaditost GBS. Z chemického složení oxidů v GBS lze vyvodit možnou reaktivitu. Nicméně výzkum prokázal, že se při uvažování pouze chemického složení nebo jiného jednotlivého parametru nedochází ke spolehlivým výsledkům. Je nutné zvážit vazby strusky s portlandským slínkem, síranem vápenatým a jinými materiály.

### Mletí strusky

Granulovaná vysokopeční struska se skladuje na hromadách tak, aby se odstranila přebytečná vlhkost. Pokud se požaduje, lze ji mísit. Magnety se používají před a během procesu mísení tak, aby odstranily jakékoliv kovové zbytky. Pro výrobu struskového cementu lze strusku mlít odděleně (tzv. mletá granulovaná vysokopeční struska GGBS) nebo společně s portlandským slínkem a síranem vápenatým. Podle nastavení cementárny se GBS částečně vysuší v rotační nebo vertikální sušičce. Předsušený materiál se poté dávkuje vysokým tlakem do třecího válcového stroje a/nebo do kulového mlýnu, kde se mele na předepsanou jemnost. Sušení a mletí lze také provést ve vertikálním třecím válcovém stroji. Obvykle se struska mele na vyšší jemnost než portlandský cement, aby se dosáhlo vyšší počáteční pevnosti.

### **Pro jaké účely se mletá granulovaná vysokopecní struska GGBS používá?**

GGBS se používá do cementových směsí již po mnoho let. První komerční využití (kolem roku 1859) byla výroba cihel z nemleté strusky. Ve druhé polovině 19. století byly objeveny cementové vlastnosti a koncem 19. století byly vyrobeny první cementové směsi s GBS. Od roku 1950 se směsi mleté strusky a portlandského cementu používají běžně. V některých zemích se výraz struskový cement používá pro čistou mletou strusku. Prakticky neexistuje směs betonu, malty nebo cementového mléka bez použití strusky.

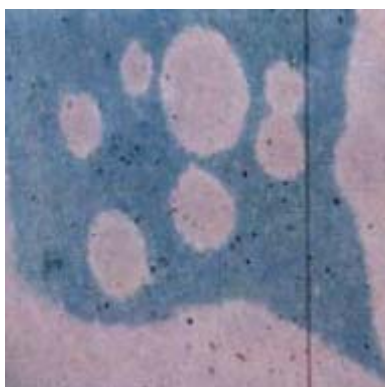
### **Struskový cement**

Továrně lze struskový cement vyrobit dvěma způsoby. Buď se jednotlivé složky (struska a portlandský slínek) melou odděleně a poté jsou smíchány nebo mohou být mlety a míseny společně v rámci jedné operace. V evropské normě na cement EN 197-1 je uvedeno devět cementových směsí obsahujících strusku s jejím obsahem mezi 6 % a 95 % celkové hmotnosti směsi. Struskové cementy jsou dostupné po celé Evropě a ve většině zemí světa.

### **Beton**

Kromě hlavní složky struskového cementu představuje mletá struska v některých oblastech Evropy materiál, který může výrobce betonu použít namísto cementu.

Vlastnosti: Použitím struskového cementu nebo mleté strusky pro výrobu betonu se dosahují některé pozitivní vlastnosti betonu. Struskové cementy mají nižší teplotu při hydrataci. Beton vyrobený ze struskového cementu nebo mleté strusky vykazuje vysokou trvanlivost, která je výsledkem nízké kapilární mezerovitosti. Je odolný proti penetraci chloridů a agresivnímu působení síranů. Dobré vlastnosti se projevují také při alkalicko-křemičité reakci a beton vykazuje nízkou náchylnost ke vzniku trhlin vlivem změny teplot, vysokou elektrolytickou odolnost a konzistentní světlou barvu. Tato betonová směs má dále velmi dobrou zpracovatelnost. Tyto betonové směsi jsou především vhodné pro účely, kdy se požaduje vysoká trvanlivost betonu. Místně může použití mleté strusky způsobit modrozelené zabarvení povrchu ztuhlého betonu při odstranění bednění. Typická barva betonu se brzy navrátí s přístupním vzduchem.



Povrch čerstvého betonu



Stejný povrch po 6 týdnech

### **Zdicí malta**

Struska poskytuje lepší zpracovatelnosti malt a může prodloužit i dobu zpracovatelnosti směsi.

### **Cementové mléko**

Struska se v cementovém mléku používá pro regulaci vysoké teploty během hydratace a v oblastech agresivního prostředí.

### **Kamenivo**

Nemletá struska je vhodná pro použití jako kamenivo do betonu.

## **Stavba vozovek**

Nemletou strusku lze použít jako materiál do podkladních vrstev vozovek.

## **Environmentální přínosy**

Výroba 1 tuny portlandského cementu v Evropě způsobuje vznik v průměru 1,2 tuny CO<sub>2</sub>, zatímco výroba jedné tuny struskového cementu obsahujícím 50 % mleté strusky dává vzniknout pouze 0,54 tuny CO<sub>2</sub>. Tyto data zahrnují emise při procesu pálení cementu, spalování fosilních paliv a použití elektrické energie. Použití strusky je tak velmi efektivní a ekonomicky přínosná metoda při snižování spotřeby energie a emisí CO<sub>2</sub> při porovnání s běžnou výrobou cementu.

Navíc malty a betony vyrobené za použití mleté strusky vykazují nižší obsah chrómu-VI, jež dráždí kůži pracovníků, kteří s přicházejí do styku se směsí.

## **Více informací**

Protože existuje mnoho dokumentů pojednávající problematiku použití strusek, jsou uvedeny pouze tyto tři odkazy na důležité normy:

EN 197-1 Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití

Britská norma BS 6699: Mletá struska pro použití s portlandským cementem (1992)

ASTM C 989: Mletá struska pro použití do betonu a malt (1999)