



POPÍLEK A JEHO POUŽITÍ DO BETONU

VYHOVUJÍCÍHO NOVÉ BETONÁŘSKÉ NORMĚ ČSN EN 206-1



Při výrobě betonu se v posledních letech ve zvýšené míře začíná využívat popílku jako jedné ze složek betonářských receptur. Ne všechny používané popílky však vyhovují normovým předpisům pro betonářská použití. Popílek byl mnohde přehodnocen z odpadu na materiál vhodný pro betonářská nebo stavební použití. Z těchto hodnocení pak vyplývá závazná povinnost producenta popílku pečovat o kvalitu výrobku včetně systému jakosti a kontroly výroby a pro zpracovatele popílku používat jen takové popílky, které splňují uvedenou povinnost ve vazbě na příslušnou normu výrobku a účel použití.



CEMENT A BETON JSOU VÝROBKY ŠETRNÉ K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ A PŘI JEJICH VÝROBĚ JE JAKOST TĚSNĚ SVÁZÁNA S PROBLEMATIKOU TECHNICKÉ NORMALIZACE A OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ VE SHODĚ S PŘEDPISY EU.

Popílek jako velmi jemná složka může přispět k optimalizaci granulometrie použitého kameniva ve skladbě betonu jako příměs druhu I a v případě pucolánových vlastností může za definovaných podmínek být použit i jako aktivní příměs druhu II pro výrobu betonu.

Popílek jako aktivní příměs pro výrobu betonu (příměs druhu II) je ve smyslu § 10 zák. č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů a § 5 nař. vl. č. 178/1997 Sb. ve znění nař. vl. č. 81/1999 Sb. stanoveným výrobkem, a proto podléhá výrobové certifikaci. Bezpečnost popílku z hlediska obsahu přírodních radionuklidů musí současně odpovídat tab. 2, příl. č. 11 vyhl. SÚJB č. 184/1997 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany.

Z pohledu nové betonářské normy ČSN EN 206-1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda se jedná o prokázání shody vlastností popílku především jako příměsi druhu II s požadavky specifikovanými v ČSN EN 450 Popílek do betonu - Definice, požadavky a kontrola jakosti nebo v případě jeho použití jako příměsi druhu I (fileru jako kamenivo) s požadavky v připravované prEN 12620:2000 Kamenivo do betonu, kdy je třeba, aby i pro tento účel byla s ohledem na konkrétní dávky popílku respektována kritéria pro jeho jakost podle ČSN EN 450.

Tato evropská norma nahradila v roce 1996 českou normu ČSN 72 2064 Popílek jako aktivní složka do betonu i materiálův list z roku 1985 a v současné době je jediným určeným dokumentem, podle kterého lze prokázat vhodnost popílku jako pucolánové příměsi druhu II pro výrobu betonu nebo betonových výrobků a konstrukcí vyhovujících nové betonářské normě ČSN EN 206-1.

Popílek ve smyslu této normy je produktem spalování práškového antracitu, černého či hnědého uhlí a je zachycován v elektrostatických nebo mechanických odlučovačích z plynů topenišť jako velmi jemně zrnitý prášek. Popílek je ve své podstatě odpad a jako každý odpad může vykazovat proměnlivé chemické, mineralogické i granulometrické složení podle druhu spalovaného uhlí, lokality (typ kotlů a technické řešení spalování) a způsobu odlučování. Popílek z černého uhlí má

obvykle menší variabilitu vlastností a je tedy kvalitativně vhodnější příměsí do betonu než popílek z hnědého uhlí.

V tabulce jsou přehledně seřazeny všechny charakteristické požadavky na popílek ve smyslu jeho použití jako příměsi druhu II podle ČSN EN 450. Rovněž jsou uvedena hlavní kritéria pro použití popílku jako fileru - příměsi druhu I podle prEN 12620. Pro srovnání jsou zařazeny i technické požadavky na popílek pro výrobu popílkových směsí dle nedávno přijaté ČSN 72 2072-3 Popílek pro stavební účely - Část 3: Popílek pro výrobu popílkových směsí, která nahradila předchozí normu ČSN 72 2065 Popílek jako neaktivní složka do betonu, Materiálový list z roku 1985. Podle uvedené nové národní normy ovšem nelze obecně prokázat vhodnost popílku jako složky betonu vyhovujícího ČSN EN 206-1.

Vlastnost dle způsobu užití popílku	jednotka	pucolánová příměs druhu II ČSN EN 450	filer jako kamenivo příměs druhu I prEN 12620	pro výrobu popílkových směsí ČSN 72 2072-3
Ztráta žháním	% hm.	max. 5,0 ¹⁾	-	max. 8,0
Obsah SO ₃	% hm.	max. 3,0	max 0,8	max. 3,0
Obsah celkové síry	% hm.	-	1,0	-
Obsah chloridů v přep. na Cl ⁻	% hm.	max. 0,10	0,03/0,06/0,15 ⁶⁾	max. 0,1
Obsah volného CaO	% hm.	max. 1,0 ²⁾	-	-
Obsah celkového CaO	% hm.	-	-	max. 2,5
Jemnost, zb. na síti 0,045 mm	% hm.	max. 40 ³⁾	-	-
Sítový rozbor, zbytek na síti:				
● 1 mm				10-30 ⁷⁾
● 0,2 mm	%	-	-	35-60
● 0,063 mm				5-25
Sítový rozbor, propad na síti:				
● 2 mm			100	
● 0,125 mm	%	-	85-100	-
● 0,063 mm			70-100	
Obsah aktivního SiO ₂	% hm.	min. 25	-	-
Obsah SiO ₂	% hm.	-	-	min. 40 ⁷⁾
Obsah Fe ₂ O ₃	% hm.	-	-	7,0
Obsah alkálií, přep. na Na ₂ O	% hm.	-	-	1,5 ⁷⁾
Objemová stálost (roztažnost)	mm	max. 10 ²⁾	-	vyhovuje
Index účin. po 28 (90) dnech	%	min. 75 popř. 85	-	-
Měrná hmotnost (tolerance)	kg.m ⁻³	max. ± 150 ⁴⁾	-	min. 2.000 ⁷⁾
Měrný povrch	m ² .kg ⁻¹	-	-	300 ⁷⁾
Zkrácení počátku tuhnutí	minuta	-	-	max. o 15 ⁷⁾
Prodloužení doby tuhnutí	minuta	-	-	max. o 240 ⁷⁾
Hmotnostní aktivita Ra226	Bq.kg ⁻¹	max. 200 ⁵⁾	-	max. 200 ⁵⁾

Vysvětlivky k tabulce z odkazů a poznámek uvedených norem:

- 1) Na národní úrovni je dovoleno používat popílky se ztrátou žháním až do 7 % hmotnosti.
- 2) Popílek s obsahem volného oxidu vápenatého více než 1,0 % hmotnosti, ale méně než 2,5 % hmotnosti, je přijatelný za předpokladu, že vyhoví požadavkům na objemovou stálost.
- 3) Jemnost mletí popílku nesmí kolísat o více než ±10 % z průměrné hodnoty, která je stanovena za předem dané časové období výrobcem.
- 4) Tolerance od průměrné hodnoty uváděné výrobcem.
- 5) Limit hodnoty stanoven Vyhláškou SÚJB č. 184/1997 Sb.
- 6) Maximální hodnoty pro předpjatý, železový a prostý beton vodou rozpustných Cl⁻ k hmotnosti celkového kameniva.
- 7) Směrná hodnota podle ČSN 72 2072-3.

POPÍLEK A JEHO POUŽITÍ DO BETONU

POPÍLEK Z POHLEDU PŘEDCHOZÍCH BETONÁŘSKÝCH NOREM A NOVÉ ČSN EN 206-1

Podle předchozích norem bylo pro výrobu betonu ČSN 73 2400 Provádění a kontrola betonových konstrukcí nebo ČSN P ENV 206 Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení umožněno používání popílku jako příměsi do betonu nebo jeho složky za předpokladu, že tento vyhovoval národním normám nebo předpisům. V České republice se jednalo především o dvě normy z řady ČSN 72 2060:1985 Popílky pro stavební účely, a to ČSN 72 2064 a ČSN 72 2065.

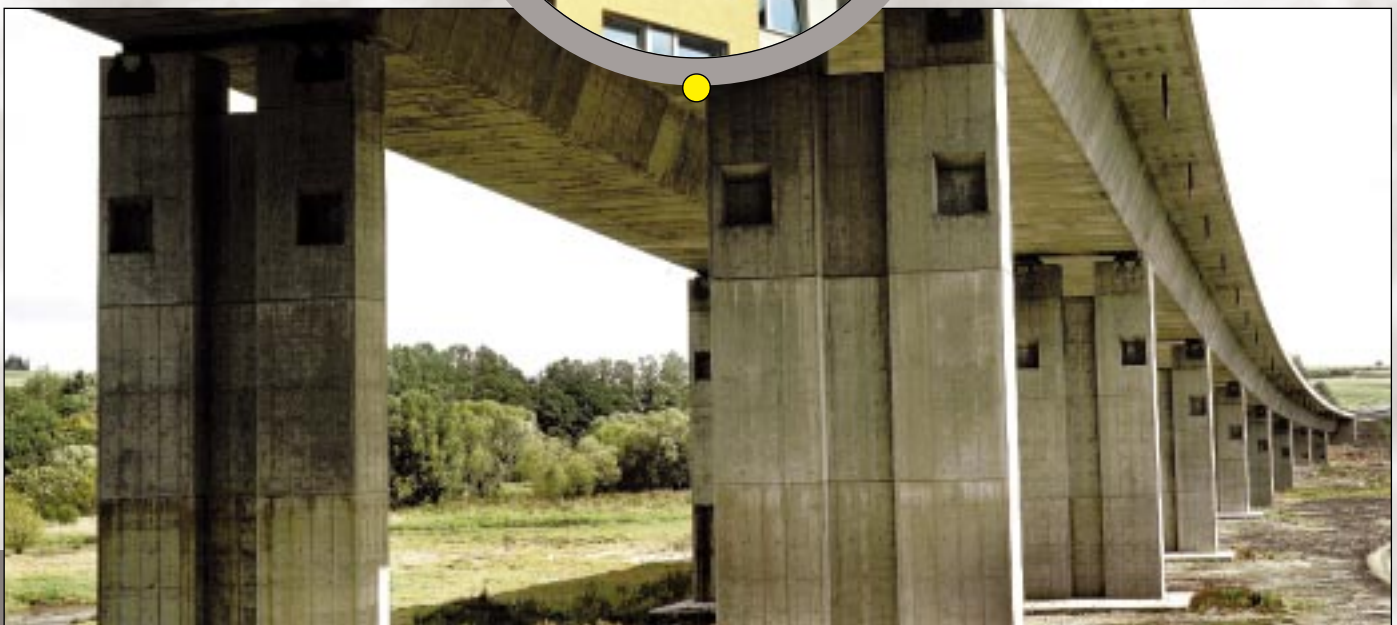
V případě popílku s prokázanou pucolanitou (dříve byl častěji užíván termín latentně hydraulická aktivita), mohl být podle ČSN 73 2400 použit i jako částečná náhrada cementu, a to pouze podle výsledků průkazných zkoušek.

Nová norma ČSN EN 206-1 podmiňuje použití všech složek pro beton předpokladem, že jejich vhodnost je prokázána pro specifikované použití, to znamená, že existuje příslušná evropská norma pro uvažovanou složku betonu. Tato podmínka se vztahuje i na příměsi do betonu, kde popílek, pokud vyhoví ČSN EN 450, je deklarován jako příměs druhu II s obecně prokázanou vhodností. Tato obecná vhodnost ještě ale neznamená možnost jeho použití v jakémkoli případě a pro každé složení betonu.

Zůstává požadavek, že konkrétní použití popílku a jeho množství musí být ověřeno průkaznými zkouškami, neboť kromě pevnosti může nepřiměřená dávka popílku ovlivnit i jiné vlastnosti betonu s ohledem na požadavek jeho trvanlivosti. Obecná metodika těchto průkazných zkoušek je popsána v Příloze A nové normy.

V nové ČSN EN 206-1 byl dán důraz na řešení trvanlivosti betonu s ohledem na podmínky prostředí, ve kterém bude uložen. Byla přepracována klasifikace vlivu prostředí na beton včetně jeho označování a doplněno řešení této problematiky určitými parametry betonu, a to maximálním vodním součinitelem, minimálním obsahem cementu a případně pevnostní třídou betonu. V případě působení střídavého mrazu a rozmrazování též stupněm provzdušnění.

Nově zavádným prvkem v ČSN EN 206-1 je možnost použití koncepce k-hodnoty pro popílek vyhovující ČSN EN 450. Zavedení tohoto parametru umožňuje vytvořit určitý regulovaný prostor pro úpravu mezních hodnot v návrhu skladby betonu (např. uvedené min. dávky cementu) ve vztahu k jednotlivým stupňům agresivity prostředí při zachování požadavku na trvanlivost betonu.



FLUIDNÍ POPEL A POPÍLEK DO BETONU NEPATŘÍ

Fluidní spalování uhlí spolu s odsiřováním je poměrně novou technologií spalování, kdy se zdrobněné uhlí spaluje na fluidním roštu s přidávkem vápence jako sorbentu při relativně nižší teplotě 850 °C, která je optimální pro absorpci oxidu siřičitého aktivním CaO. Ten vzniká při této teplotě z vápence a ve stavu svého zrodu je vysoce aktivní.

Směsným reakčním produktem této fluidní technologie je fluidní popel a popílek jako tzv. tuhé zbytky fluidního spalování, tedy směs popela z paliva, síranu vápenatého v podobě anhydritu a oxidu vápenatého (volného vápna), popř. uhličitanu vápenatého z přebytečného vápence.

Mezi klasickým v betonářské praxi dosud používaným popílkem a nově produkováným fluidním popelem a popílkem jsou rozdíly nejen v chemickém, ale i v mineralogickém složení. Zásadní neshody mezi oběma typy jsou především ve vyšším podílu oxidu sírového SO₂ v hodnotách až 20 hm. %, volného vysoce reaktivního CaO až 15 hm. % a překvapivě někdy i vyšší ztráty žháním až 15 hm. % u typu popílku z fluidního spalování. Zatímco tradiční vysokoteplotní elektrárenský popílek vykazuje zpravidla pouze pucolánovou aktivitu, fluidní a teplárenské popílky a popely tuhnou a tvrdnou nedefinovatelně již při pouhém smísení s vodou bez jakýchkoli dalších přísad. Na pojivých vlastnostech fluidního popela a popílku se podílí zejména přítomný anhydrit (až 20 hm. %) a volné vápno, které je při dané teplotě měkce pálené a tudíž, jak již bylo uvedeno, je velmi reaktivní.

Fluidní popel a popílek s uvedenými podstatnými rozdíly od běžného elektrárenského popílku nelze hodnotit podle ČSN EN 450, neboť nevyhovují již zásadní definici a charakteristice vzniku popílku určeného do betonu a současně nesplňují většinu předepsaných technických kritérií. Využití tohoto fluidního popela a popílku pro výrobu betonu podle ČSN EN 206-1 není proto přípustné.

POPÍLEK A JEHO POUŽITÍ DO BETONU

KONTROLA VHODNOSTI A KVALITY POPÍLKU DO BETONU PODLE ČSN EN 206-1

1. Do betonu podle ČSN EN 206-1 lze zásadně používat pouze popílek vyhovující ČSN EN 450 a případně podle prEN 12620:2000.
2. Kvalita popílku musí být potvrzena buď přímo certifikátem shody nebo prohlášením o shodě s odkazem na příslušnou normu ČSN EN 450 nebo prEN 12620:2000.
3. Pro vlastní potřebu je účelné provádět kontrolní zkoušky popílkových betonových směsí.

POZITIVNÍ ZKUŠENOSTI S POUŽITÍM VHODNÉHO POPÍLKU DO BETONU

1. Popílek ve formě fileru optimalizuje křivku zrnitosti kameniva, zvyšuje podíl jemných částic pro dobrou čerpatelnost čerstvého betonu, zlepšuje zpracovatelnost a soudržnost čerstvého betonu, zmenšuje náchylnost na rozmíšení čerstvého betonu při dopravě a zpracování.
2. Příměs popílku při betonáži masivních betonových konstrukcí příznivě ovlivňuje proces tuhnutí a tvrdnutí včetně vývoje hydratačního tepla a zvyšuje odolnost betonu v chemicky agresivním prostředí.
3. Popílek nezhoršuje mrazuvzdornost ztvrdlého betonu a omezuje proces reversibilního smršťování betonu.
4. Popílek příznivě ovlivňuje hutnost cementového tmelu a těsnost povrchových vrstev ztvrdlého betonu proti působení tlakové vody, zpomaluje proces karbonatace povrchu ztvrdlého betonu.

NEGATIVNÍ ZKUŠENOSTI A RIZIKA PŘI POUŽITÍ NEVHODNÉ KVALITY NEBO VYŠŠÍ DÁVKY POPÍLKU DO BETONU

1. Vysoký obsah oxidu vápenatého CaO v popílků způsobuje objemové změny čerstvého a tuhajícího betonu, způsobuje vnitřní napětí s rozvojem trhlin v cementovém tmelu, snižuje pevnost ztvrdlého betonu zejména v tahu za ohybu, případně může způsobit destrukci struktury. Vysoký obsah oxidu sírového SO₂ (celkové síry) v popílků způsobuje korozi ztvrdlého betonu a jeho objemové změny.
2. Vysoký podíl spalitelných látek, především obsahu neshořelého zbytkového uhlíku v popílků ovlivňuje obsah vzduchu v provzdušněném čerstvém betonu, narušuje proces tuhnutí a tvrdnutí čerstvého betonu, snižuje trvanlivosti betonu, např. způsobuje odlupování povrchu ztvrdlého betonu.
3. Vysoký obsah chloridů v popílků může ovlivnit jeho celkové množství v betonu s rizikem koroze uložené výztužné oceli. Používat popílek není vhodné při betonáži za nízkých teplot.
4. Nepřiměřeně vysoká dávka popílku ovlivňuje obsah skutečně potřebné záměsové vody, mění reologické vlastnosti čerstvého betonu, obvykle způsobuje tzv. bleeding - odlučování vody na povrchu uloženého betonu s rizikem následného snížení trvanlivosti ztvrdlého betonu (odolnosti vodě a rozmrazovacím prostředkům, cyklům mraza), zvyšuje propustnost struktury betonu při působení tlakové vody.

MATERIÁL PŘIPRAVILY



Výzkumný ústav maltovin
Praha, spol. s r.o.

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR