



LIFE05 ENV/DK/000153

Bio aske til beton - en håndbog



Spildevandscenter Avedøre

unicon///



Lynettefællesskabet I/S



TEKNOLOGISK
INSTITUT

December 2007

Bio aske i beton- en håndbog

Bio aske kan anvendes i beton med gode resultater:

- Asken kan håndteres på renseanlægget og hos producenter af færdigblandet beton på samme måde som andre pulvermaterialer. Der er ingen arbejdsmiljømæssig risiko, da der er tale om lukkede systemer.
- Fuldskalaforsøg viser at bio asken kan erstatte en del af flyveasken, de bedste erfaringer er opnået ved at skifte 50% (vægt) flyveaske med bio aske.
- Undersøgelser viser desuden, at der ikke er større risiko for udvaskning af tungmetaller end ved tilsvarende ”normal” beton.
- Inspektion af en bro opført i 2002 viser ingen indikationer på, at beton med bio aske skulle have dårligere holdbarhedsmæssige egenskaber end ”normal” beton.
- Dette er understøttet af laboratorieforsøg, der viser sammenlignelige resultater mellem beton henholdsvis med og uden bio aske.
- Når man benytter bio aske i betonen, bliver betonen svagt rødlig farvet. Hvis en konstruktion udstøbes både med bioaskebeton og almindelig beton kan farveforskellen være et problem, men farven ser ud til at dæmpes med tiden og særligt udendørs.



Denne håndbog bygger på resultaterne fra et 2½ årigt projekt kaldet BioCrete. Projektet er støttet af EU/life. Hovedformålet er at fjerne tekniske barrierer for brug af bio aske i produktionen af beton, og samtidig reducere mængden af aske, der ellers skal lægges på depot. Deltagerne i projektet er: Spildevandscenter Avedøre I/S, Lynettefællesskabet I/S og Unicon A/S - desuden er betoncenteret på Teknologisk Institut med som konsulenter. Projektperioden var juni 2005 til december 2007.

På nuværende tidspunkt (primo 2008) er det muligt at få leveret bio aske fra Spildevandscenter Avedøre. Lynettefællesskabet kan også levere bio aske men asken har en grovere struktur som beskrevet senere, og kan som kun anvendes til produktion af færdigblandet beton efter yderligere behandling. Hvis andre renseanlæg ønsker at levere bio aske bør der foretages supplerende undersøgelser af asken inden brug i beton. Desuden skal der etableres håndteringsfaciliteter på renseanlægget, således at aksen kan transporteres med f.eks. pulvertransport biler til betonproducenten.

Håndbogen er tænkt som et hjælpeværktøj og en kilde til oplysning for både renseanlæg, producenter af beton og bygherrer.

Forudsætninger for anbefalingerne og resultaterne i håndbogen

En vigtig betydning for askens anvendelighed til beton er, hvilken type ovn renseanlægget benytter og hvilken temperatur der anvendes. De to renseanlæg, der har deltaget i undersøgelsen, har forskellige ovntyper. Spildevandscenter Avedøre (SCA) har en såkaldt fluidbed ovn, og Lynettefællesskabet (LYNIS) anvender en etageovn. Dette har stor betydning for askens partikelstørrelse, og aske fra etageovnen er grovere end aske fra fluidbed ovnen. Aske fra etageovnen kan kun anvendes til beton efter yderligere behandling. Undersøgelser af askens øvrige egenskaber viser ingen markant forskel imellem aske fra de to ovntyper.

Fuldskalaforsøgene er foretaget med aske fra fluidbed ovnen, og erfaringerne fra produktionen af beton har derfor udgangspunkt i den type aske. Desuden indeholder alle recepterne med bio aske også flyveaske, hvilket er meget typisk i Danmark. Man skal være opmærksom på at dette ikke er tilfældet i alle lande, hvor andre typer pulver anvendes i stedet, f.eks. kalkfiller.

I Danmark er der etableret egnethed af bio aske til beton i miljøklasse P (eksponeringsklasserne X0 og XC1) via DS 2426. Der er stillet krav til hvilke egenskaber ved asken, der skal undersøges og være med i en varedeklaration, ud fra standarden EN 450-1 Flyveaske til beton. Hvis asken skal benyttes til beton i andre lande, skal man være opmærksom på, at der eventuelt først skal etableres egnethed for aksen.

Krav til bio aske

Fremstilling af aske

Bio aske stammer fra slam, der produceres under spildevandsrensning. Slammet gennemgår en omfattende proces, før det brændes og enten deponeres på askedepotet eller transporteres til betonproducenten.



Forbrændingsanlæg og rådnetanke på Spildevandscenter Avedøre. Nyt udtag til tør aske på Renseanlæg Lynetten.

For en konkret applikation bør processen for askens fremkomst beskrives kort, f.eks. som nedenstående for processen på Spildevandscenter Avedøre:

1. En blanding af primærslam og biologisk overskudsslam sendes til udrådning i rådnetanke, hvor slammet udrådnes anaerobt. Under udrådningsprocessen dannes biogas, der anvendes til el- og varmeproduktion.
2. Det udrådnede slam afvandes i centrifuger og tørres til et tørstofindhold på 32 %. Derefter transporteres slammet til fluidbed ovnen, hvor det brændes ved en temperatur på 850 °C. Efter en opholdstid i ovnen på mindst 2 sekunder ledes røggas og partikler videre til miljøbehandling.
3. I røggasrensingsanlægget frasorteres aske og partikler i elektrofiltret, røggassen nedkøles og der tilsættes kemikalier for at binde lugt, dioxin og tungmetaller, især kviksølv.
4. Posefiltret opfanger de resterende partikler i røggassen, som sendes til askebeholderen. I scrubberne udvaskes saltsyre og SO₂ af røggassen, hvorefter den opvarmes til 115 °C og sendes ud i fri luft fra den 50 m høje skorsten.
5. Den frasorterede aske transporteres til renseanlæggets eget miljøgodkendte askedepot eller transporteres med pulvertransportbil til betonproducenter.

Bio aske har en rødlig farve, der er relateret til jernindholdet; dog ikke kun til det samlede jernindhold, men bestemt også til askens struktur og mineralogi. Det forekommer meget sandsynligt, at den røde farve er relateret til indholdet af hæmatit (krystallinsk Fe₂O₃). Hvis man anvender aluminium i stedet for jern i bundfældningsprocessen af fosfor, får man en lysere aske. Som forsøg blev renseanlægget Damhusåen drevet i et halvt år ved hjælp af et aluminiumbundfældningsmiddel (til fjernelse af fosfor) i stedet for et jernbundfældningsmiddel, og der blev fremstillet 10 t 'lys' bio aske (eller aluminiumbioaske). Farven på denne lyse bio aske er gulbrun og lysere end den 'normale', røde bio aske (eller jernbioaske).

På billedet nedenfor er vist betonplader med rød og lys bio aske (begge med 85 kg/m^3 bio aske og ingen flyveaske) samt en referenceplade (ingen bio aske og 70 kg/m^3 flyveaske).



Betonplader med 1) ingen bio aske, 2) lys bio aske og 3) rød bio aske ved høj dosering (85 kg/m^3)

Som ingrediens i betonsammensætningen er den lyse bio aske teknisk lige så god (eller endog lidt bedre) end rød bio aske og langt bedre hvad angår affarvningen af bioaskebeton. Grænseindholdet for ingen negativ farvevirkning synes at være $20 - 40 \text{ kg/m}^3$ for lys bio aske og kun $5 - 10 \text{ kg/m}^3$ for rød bio aske.

Europæiske slamforbrændingsanlæg fremstiller både jernbioaske og aluminiumbioaske. Valget af bundfældningsmiddel til fjernelse af fosfor på renseanlæggene afhænger af lokale procesforhold samt økonomi. Jern vælges normalt i Danmark.

Opstilling af kravgrænser for bio aske

Nogle af de betydende parametre angående askens anvendelighed, er den kemiske sammensætning, indhold af tungmetaller og fysiske egenskaber som angivet i EN 450-1 "Flyveaske til beton" afsnit 5 (undtagen aktivitetsindeks og volumenstabilitet, men inklusiv undersøgelse af vandbehovet). Da temperaturen ved afbrænding og ovntypen har indflydelse på de kemiske og fysiske parametre, bør dette også overvejes når der opstilles krav til asken. Forbrændingsanlæg i EU er dog reguleret af direktiv om affaldsforbrænding, som foreskriver min. $850 \text{ }^\circ\text{C}$ i min. 2 sekunder.

I tilfælde hvor anvendeligheden af en ny type bio aske skal vurderes anbefales det at gennemføre undersøgelser der som minimum karakteriserer nedenstående parametre. I tilfælde hvor dette grundlag foreligger, som her for SCA og LYNIS, gennemføres der løbende en kontrol af asken tilpasset de variationer der erfaringsmæssigt forekommer på det aktuelle anlæg. Det anbefales at dette indgår i en leverandør/aftager aftale mellem renseanlæg og betonproducent.

Nedenstående eksempel tager udgangspunkt i den anvendte aske fra SCA. For et andet anlæg tages udgangspunkt i de dér konstaterede normal-niveauer og hvad der har ligget til grund for udførte tests, når kravværdier og løbende kontrol skal aftales.

Med udgangspunkt i, at der ikke er konstateret årstidsvariationer og i øvrigt et forholdsvist konstant niveau kan kontrollen f.eks. baseres på 4 askeprøver pr. år (jf. DS 2426).

Kemisk sammensætning:

Hvis den kemiske sammensætning afviger fra det normal-niveau, der har ligget til grund for undersøgelser af betonen, bør asken ikke anvendes i beton uden opfølgende undersøgelser, da effekten på holdbarheden af beton ikke er afklaret. Forslag til grænser er:

<i>Parameter</i>	<i>Analysemetode</i>	<i>Normal-niveau</i>	<i>Kravgrænse</i>
SiO ₂	WDXRF	20 - 21 %	≥ 18 %
CaO	WDXRF	20 - 23 %	> 18 %
P ₂ O ₅	WDXRF	25 - 27 %	< 30 %
Fe ₂ O ₃	WDXRF	15 - 17 %	13 - 20 %
Al ₂ O ₃	WDXRF	6 - 7 %	4 - 8 %
MgO	WDXRF	2,8 - 3,4 %	< 4,0 %
K ₂ O	DS/EN 196-2	0,5 - 1,1 %	< 1,5 %
Na ₂ O	DS/EN 196-2	0,7 - 0,8 %	< 1 %
SO ₃	DS/EN 196-2	1,2 - 1,8 %	< 3 %
Fri CaO	DS/EN 451-1	< 0,01 %	< 2,5 %
Klorid	DS/EN 196-2	0,008 - 0,021 %	< 0,05 %

Såfremt de angivne kravgrænser ikke overholdes skal betonproducenten straks informeres og det besluttes i hvilket omfang evt. opfølgende analyser eller test af beton er nødvendige for den videre anvendelse.

Indhold af tungmetaller:

Hvis den indholdet af tungmetaller afviger fra det normal-niveau, der har ligget til grund for udvaskningsforsøg for betonen, bør asken ikke anvendes i beton uden opfølgende undersøgelser, da miljøeffekten af beton ikke er afklaret. Forslag til grænser hvorved betonen kan anvendes i kategori 3 (Miljøministeriets bek. nr. 1635 af 13. december 2006) er:

<i>Parameter</i>	<i>Normal-niveau</i>	<i>Værdi for udvaskningsforsøg ¹⁾</i>	<i>Kravgrænse ¹⁾</i>
As	15 - 17	12,5	< 20
Ba		960	< 1200
Cd	4 - 7	5,4	< 10
Cr	40 - 190	64	< 200
Cu	520 - 860	790	< 1000
Hg	1 - 19	11	< 20
Mn	600 - 900	680	< 1500
Ni	50 - 100	62	< 150
Pb	100 - 150	170	< 200
Zn	1400 - 2100	1800	< 2500

Enhed er mg / kg aske, hvilket vil svare til mg / kg TS.

1) Analysemetode refererer til DTI's metode UT012, som svarer til DS 259 ved oplukning med salpetersyre ved 120 °C i 30 min. efterfulgt af ICP-AES.

Såfremt de angivne kravgrænser ikke overholdes skal betonproducenten og miljømyndigheden straks informeres og det besluttet i hvilket omfang evt. opfølgende analyser eller udvaskningsforsøg er nødvendige for den videre anvendelse.

Fysiske parametre:

Densiteten af bio aske bør deklareres og have en variation på max $\pm 100 \text{ kg/m}^3$.

Glødetabet bestemt ved DS/EN 196-2 bør ikke overstige 2,5 %.

Forøgelsen i afbindingstid skal være mindre end 120 minutter mere end referencen, bestemt ved EN 196-3. Vandbehovet relativt til referencen bør ikke overstige 120 % af referencens vandbehov.

Produktion

Håndtering af asken

Aske med egenskaber og kvalitet som aske fra SCA med fluid bed oven kan som udgangspunkt uden videre håndteres som andre mere traditionelle tilsætninger og bindemidler til betonfremstilling. Aske fra etageoven som hos LYNIS må påregnes at skulle formales inden anvendelse til betonfremstilling.

Mere generelt skal man være opmærksom på, at deponeret aske ikke kan anvendes til betonproduktion, da den er opfugtet både inden og under deponering. Asken skal derfor udleveres direkte fra silo i tør tilstand.

Det er således en forudsætning, at der etableres faciliteter for udlevering af tør aske i lukkede systemer direkte i pulvertankvogn på samme måde som de systemer SCA og LYNIS etablerede i forbindelse med nærværende projekt. Disse har fungeret godt og sikrer et hensigtsmæssigt arbejdsmiljø på aflæsningsstedet. Rent praktisk er det også en forudsætning, at asken er helt tør, homogen og at den ikke indeholder klumper.

Transport fra spildevandscenter til aflæsning i silo på betonfabrik kan ske med traditionel pneumatisk pulver-transportlastbil, som fx en "cementbil."

Aflæsning og opbevaring på betonfabrik skal ske i lukket system for at sikre, at asken ikke opfugtes, og for at sikre et hensigtsmæssigt arbejdsmiljø på fabrikken.

Transport fra lagersilo til vejesystem og videre ind i blander kan forløbe på samme måde som med alle andre traditionelle tilsætninger og bindemidler.

Der er ingen arbejdsmiljømæssig risiko, da det er tale om lukkede systemer, men det skal selvfølgelig sikres, at der foreligger en Leverandørbrugsanvisning, se senere afsnit.

Betonsammensætning - erfaringer og anbefalinger

Bio aske indgår som udgangspunkt i betonen på samme måde som andre puzzolanske tilsætninger og medvirker således til at give den hærdnede og friske beton sine egenskaber. Dog er aktivitetsindekset noget lavere end for flyveaske.

Mht. det æstetiske skal man være opmærksom på, at en sideeffekt ved tilsætning af bio aske er en mere eller mindre rødlig og varm farve. (Sammenlignet med tilsvarende grå beton).

Angående den friske betons egenskaber påvirker bio asken betonens vandbehov og vil derfor alt andet lige gøre den friske beton noget stivere og noget mindre bearbejdelig. Denne sideeffekt bør modvirkes ved tilsætning af ekstra vand, cement og/eller øget mængde af plastificerende tilsætningsstof.

Tilsætning af bio aske påvirker den friske betons luftindhold, hvorfor mængden af luftindblandingsmiddel bør justeres ved indledende prøvning.

Tilsætning af bio aske kan øge spredningen på betonens trykstyrke antageligt fordi bio aske stadig er et ”nyt” produkt under indkøring og derfor ikke så ensartet som traditionelle beton-delmaterialer.

Erfaringerne fra projektet er, at bio aske fysisk kan anvendes i al plastisk beton i området fra betontype 8 til 40 MPa med gode resultater for så vidt følgende håndregler respekteres:

- Optimale miks opnås ved at erstatte ca. halvdelen af flyveaske med bio aske.
- Betonens vandbehov øges afhængig af mængden af bio aske. Ex vil 50 kg bio aske /m³ øge vandbehovet ca. 10 %. Afhængig af betonens vand/cement forhold skal øget vandmængde kompenseres ved modsvarende cementmængde. En del af det øgede vandbehov kan udmærket kompenseres med superplastificering i størrelsesordenen 0,5 % af cementmængden.
- Indtil erfaring opnås, bør der være fokus på den friske betons luftindhold.

Bio aske bør kun anvendes i plastisk beton og ikke i jordfugtig beton, hvor der vil kunne opstå problemer med manglende trykstyrke.

Produktion - erfaringer og anbefalinger

Produktionsteknisk adskiller beton med bio aske sig ikke fra anden plastisk beton. For eksempel er det ikke nødvendigt at forlænge blandetiden eller ombygge/udskifte afveje- og transportør dele.

Bio aske kan, især i den varmere del af året, have en tendens til at ”klistre” lidt mere end traditionel plastisk beton, hvilket i perioder kan øge ressourcer og forbrug til vask og rengøring af produktionsudstyr og især af róterbiler.

Såfremt en efterfølgende blanding stiller særlige krav til æstetik, fx hvid beton, vil det være nødvendigt at vaske bil og blander ekstraordinært for sikre mod enhver misfarvning.

Projektet har vist, at der for indkørt produktion i god styring kan forventes stort set samme variation på den friske betons luftindhold og konsistens/sætnål, men der kan forventes en lidt øget spredning på betonens 28 døgns trykstyrke.

Levering, udstøbning og efterbehandling

På grund af den rødlige farve bør alt man andet lige som leverandør altid forud for levering informere førstegangs aftager om betonens farve. Det kan forventes, at enkelte kunder frabeder sig levering af beton med bio aske.

Den rødlige farve betyder at bio aske beton som udgangspunkt ikke anvendes til synlige beton-konstruktioner, med mindre det i hver enkelt tilfælde er aftalt med kunden.

Angivelserne i DS/EN 206-1 og DS 2626 betyder at levering begrænses til beton i miljøklasse P (eksponeringsklasserne X0 og XC1).

Det er ikke nødvendigt at tage særlige hensyn ved udstøbning og efterbehandling af bioaske beton i forhold til andet beton med puzzolaner.

Holdbarhed

Undersøgelse af eksisterende konstruktioner

I forbindelse med projekt ”grøn beton”, er der bl.a. konstrueret en bro med bioaskebeton i Jylland i 2002 (kaldet Demobro). Bioaskebetonen var proportioneret til aggressiv miljøklasse og indeholdt rapidcement og bio aske. Desuden er der undersøgt bio aske beton benyttet til fyld ved et rørbassin. Denne beton var proportioneret til passiv miljøklasse. Undersøgelser af konstruktionerne i 2007 har givet følgende resultater:

Demobro

Bioaskebetonen fra Demobroen udviser alle tegn på en holdbarhedsmæssig sund stærk beton. Det mikrostrukturelle udseende af betonen viser ingen tegn på skader hverken opstået i det plastiske stadium, i forbindelse med udstøbning eller i det hærtnede stadie.

Chloridindtrængningen i prøven udtaget fra sætningsplade med bioaskebeton er betydelig. En mulig årsag til dette er, at selve brodækket er støbt den 20. marts 2002, mens sætningspladerne først er støbt den 1. november 2002, hvor der var ganske lave temperaturer. Da broen blev taget i brug allerede den 17. december 2002 betyder dette, at sætningspladerne (i modsætning til brodækket) har fået sin første chlorideksponering i en meget ung modenhedsalder, hvor tætheden af betonen slet ikke har været fuldt udviklet. Det vurderes derfor at den forholdsvis høje chloridindtrængning ikke skyldes at der er bio aske i betonen.



Strukturanalyse. Betonens overflade er mod venstre.
Øverste kernehelvdel er sprøjtet med pH-indikator (phenolphthalein).

Rørbassin

Bioaskebetonen fra rørbassinet er generelt i god stand og baseret på den strukturelle undersøgelse skønnes det at betonen holder en styrke på omkring 20 MPa. Betonen, som er anvendt til fyld, har et højt vand/cement forhold og i områder en noget forhøjet porøsitet i form af små korte plastiske revner. Disse revner anses for opstået under udstøbningen.

Sammenligning mellem bioaskebeton og konventionel beton

De to undersøgte bioaskebetoner var en højstyrke beton til aggressiv miljøklasse og en lavstyrke beton til passiv miljøklasse. Begge betoners tilstand viser på nuværende tidspunkt ingen signifikante afvigelser fra almindelig konventionel beton proportioneret på samme måde og til samme styrke.

De undersøgte bioaskebetoner er ikke så gamle, dvs. de har kun været eksponeret i 3-4 år fra støbning til undersøgelse. Deres egentlige langtidsholdbarhed har derfor ikke kunnet undersøges. Der er dog ikke i nogen af bioaskebetonerne tegn på at den generelle langtidsholdbarhed skulle afvige fra lignende konventionelle betoner.

Undersøgelser i laboratoriet

Der er udført undersøgelser af blandt andet frostbestandighed, svind og varmeudvikling af beton med aske fra begge renseanlæg. Den grove aske fra etageovnen er formalet inden forsøgene. Der var kun små variationer imellem resultaterne fra frost-tø prøvningen for beton med de forskellige asker og reference betonen. Alle betoner opfyldt kravene i DS/EN 206-1 og DS 2426.

Svindet i betonen var vurderet ud fra principperne i DS 434.6. Generelt var der meget lille forskel mellem samtlige betoner, dog var svindet for beton med bio aske en smule højere end reference betonen.

Ud fra varmeudviklingsforsøgene (semi-adiabatisk høkkassekalorimetri) ses det at den totale varmeudvikling er sammenlignelig med en typisk beton med flyveaske. Forløbet af varmeudviklingen for beton med bio aske tyder på at afbindingstiden er højere for beton med bio aske. Samme observation er set ved undersøgelsen af selve askernes egenskaber.

En overordnet konklusion på forsøgene er, at de undersøgte betoner med bio aske havde sammenlignelige holdbarhedsegenskaber og styrkeudvikling som referencebetonen. Den største forskel sås i afbindingstiden, der er forøget for beton med bio aske.

Miljø og arbejdsmiljø

Udvaskningsforsøg

Efter nedrivning anvendes betonen i Danmark typisk som knuste materialer til vejbyggeri eller lignende formål, hvilket også afspejles i det store fokus, der på den potentielle udvaskning fra betonen i slutningen af betonens livscyklus. I Danmark anvendes 95% af al nedrevet beton p.t. til vejbyggeri. Selvom genanvendelsesprocenten kan være lavere i andre dele af Europa, er det meget sandsynligt, at resten af Europa får højere genanvendelsessatser for nedrevet beton fremover.

Bioaskebetons miljøpåvirkning vurderes ved hjælp af en karakteriseringsmetode (der definerer 3 kategorier af restprodukter), som er beskrevet i den danske bekendtgørelse nr. 1635 af 13. december 2006 "Genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder" og sammenligner med en lignende karakterisering af en referencebeton uden bio aske.

Undersøgelserne af udvaskning af tungmetaller viser, at der er ingen signifikant forskel mellem koncentrationerne i bioaskebetonens og referencebetonens perkolat. Dette er tilfældet, selvom koncentrationen af visse tungmetaller (Bi, Cu, Hg, Pb, Se og Zn) er omtrent ti gange højere i bio aske end i cement og flyveaske.

Kategorikarakterisering viser ingen værdier, der overstiger kategori 3 (kategori 1 er bedst). Udvaskningen for krom (Cr) og Barium (BA) svarer til kategori 3 for ikke-karbonatiseret beton. For karbonatiseret beton er kategorien for Barium (Ba) kategori 1. Kviksølv (Hg) svarer sandsynligvis til kategori 1, men den analytiske detekteringsgrænse var for høj til, at man kunne være sikker. De resterende 7 metaller (As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) svarer til kategori 1.

På grund af krom (og barium) svarer bioaskebetonen således til et kategori 3-restprodukt – men det samme gælder referencebetonen!

To udvaskningstest (bio aske + reference) i henhold til en hollandsk standardmetode viser tungmetalkoncentrationer i perkolatet, der ligger langt under grænseværdierne i kategori 1.

Den overordnede konklusion er, at brugen af bio aske til betonproduktion påvirker miljøet i meget begrænset omfang.

Leverandørbrugsanvisning

Ifølge dansk lovgivning skal producenten af delmaterialet udarbejde en leverandørbrugsanvisning. Desuden angiver DS 2426 at asken skal leveres med en varedeklaration. Leverandørbrugsanvisningen for aske fra Spildevandscenter Avedøre kan findes på projektets hjemmeside www.biocrete.dk.

En vigtig parameter i brugsanvisningen er askens indhold af respirabelt α - kvarts. Indholdet er mindre end 2 % og der er ingen skadelig påvirkning af arbejdsmiljøet. Materialet skal håndteres og opbevares, således at man undgår arbejdsoperationer, der medfører støvudvikling. Asken skal håndteres i lukkede systemer således at indånding af støv undgås. Asken bør opbevares i egnede lukkede beholdere/siloer.

Specifikation af beton

Udbudsmateriale for bioaskebeton

Følgende tekst vil være relevant at indføre i udbudsmaterialet angående krav til beton med bio aske i det omfang en bygherre ønsker at medvirke til at fremme genbrug af bio aske i beton:

Beton til passiv miljøklasse:

Beton til passiv miljøklasse (Eksponeringsklasse X0 og XC1) skal proportioneres så det indeholder optimal mængde af bio aske i forhold til bl.a. egenskaberne af den friske og hærtnede beton samt holdbarhed.

Bio asken (slamasken) skal være fra et dansk renseanlæg, og skal leveres med en deklARATION svarende til afsnit 5.1.6 i DS 2426.

Note: Opmærksomheden henledes på at der typisk vil være en farveforskel mellem beton indeholdende bio aske og beton uden bio aske. Man bør derfor ved synlige konstruktioner drage omsorg for, at der kun anvendes enten beton med bio aske eller beton helt uden bio aske til en given konstruktion.

Hvis bio asken medregnes i betonens cementindhold skal der etableres en model for medregning efter k-værdimetoden eller efter metoden for ækvivalente betonegenskaber jf. DS 2426 afsnit 5.2.5.1.

Bioaskebeton, kort fortalt

De overordnede erfaringer fra projektet er følgende:

- Optimale miks opnås ved at erstatte ca. halvdelen af flyveaske med bio aske, øvrig sammensætning er som almindelig anvendt praksis i Danmark.
- Forskellige delmaterialer kan anvendes. Der er erfaringer med både sømaterialer, bakkematerialer og knust granit samt forskellige cementtyper. De anvendte tilsætningsstoffer er af ”gængs type”, f.eks. lignosulfonater og vinsol resin.
- Betonens farve påvirkes ved tilsætning af bio aske. Den rødlige farve adskiller sig en del fra normal grå beton. Hvis dette udgør et problem, kan det elimineres ved at begrænse doseringen til 20 – 40 kg/m³ for lys bio aske og 5 – 10 kg/m³ for rød bio aske.
- Tilsætning af bio aske påvirker den friske betons luftindhold, hvorfor mængden af luftindblandingsmiddel bør justeres ved indledende prøvning.
- Betonens vandbehov øges ved tilsætning af bio aske.
- Undersøgelser af eksisterende bygværker og laboratorietest tyder på at beton med bio aske har sammenlignelige holdbarhedsmæssige egenskaber som beton uden bio aske.
- Alt tyder på at niveauet for udvaskning af tungmetaller fra bio aske beton er på samme niveau som ved normal beton.
- Arbejdsmiljøet er ikke påvirket ved brug af bio aske i beton forhold til normal beton.