

Stora mängder material kommer att behövas för täckning av deponier. Det är viktigt ur resurssynpunkt att lämpliga avfall och andra alternativa material kan utnyttjas för ändamålet. Samtidigt får valet av konstruktion och material inte medföra oacceptabel påverkan på människors hälsa eller på miljön, vare sig på kort eller på lång sikt. I föreliggande vägledning beskrivs vilka överväganden som måste göras innan olika konstruktioner och material kan användas.

Askor och andra avfall används mycket mer som konstruktionsmaterial på deponier än vad som framgår här nedan. Både bottenaskor och flygaskor används i stora volymer som fyllandsmaterial under övre tätskikt. De uppfyller då deponeringsdirektivets krav för respektive deponi.

2009 publicerade Thomas Rihm, Yvonne Rogbeck, Bo Svedberg Maria Eriksson en **Vägledning Alternativa konstruktionsmaterial på deponier**, varifrån ovanstående är citerat. Projektet har kunnat genomföras tack vare medel från Avfall Sverige, Ecoloop AB, Svenskt Vatten, Svenska Byggbranschens utvecklingsfond (SBUF), Stiftelsen Skogsindustriernas Vatten- och Luftvårdsforskning (SSVL), Statens geotekniska institut (SGI) och Värmeforsks Askprogram. Värmeforsks rapportnummer är **1097**.

Ovanstående rapport bygger bl.a. på **Värmeforskrapport 966 2006 Askanvändning i deponier** Gustav Tham, Karin Ifwer. Denna tidigare rapport är en bra sammanställning av användning av askor på 11 deponier. "Användning av askor visar att de är väl lämpade för olika konstruktioner i deponier. Vid sluttäckning av deponier kan askor användas i flera skikt med olika funktion. Askor kan t.ex. användas i tätskikt, antingen som enskilt material eller i blandning med slam, genom att det går att uppfylla funktionskravet på täthet. Fyra anläggningar kan idag visa att genomsläppligheten ligger under kraven för Icke-farligt avfall respektive farligt avfall-deponi."

Ur rapport 966:

Avjämnings- och gastransportskikt

"I ett avjämningskikt, som även kan ha funktionen som gastransportskikt under tätskiktet, är det relativt vanligt att man använder olika typer av askor."

Dränerings skikt

"Fyra anläggningar redovisar aska i dränskiktet. Askor utgörs av bottenaska och slaggrus samt panssand med en tjocklek på 0,2 – 0,5 meter [9] med goda dränerande egenskaper. Askorna bör vara upparbetade, där metaller och oförbränt är bortsorterat för att minska föroreningsgraden i vatten som passerar genom dränskiktet."

Sv Energiaskors kommentar: Någon direkt utvärdering har sannolikt ej gjorts mer än att resp lakvatten mätes enligt tillstånden och har ej gett upphov till någon åtgärd.

Tätskikt

"Sju anläggningar redovisar försök med askor i tätskikten, varav tre har tillstånd ifullskala. De flesta anläggningar har en blandning av aska och slam. Endast ett par anläggningar har använt enbart askor." ("med syfte att få en monolitisk struktur"). Se mer nedan.

Skyddsskikt

”Tre anläggningar anger aska som inslag i skyddsskiktet. Laktester visar att en finfraktion från askor kan med fördel blandas in utan miljöpåverkan. Enligt tillsynsmyndigheten synpunkter ska den organiska delen inte överskrida 30 vikt-%. En sådan blandning är möjlig att uppnå och att erhålla en optimal permeabilitet kring 10-5 m/s.

Erfarenheterna från Tveta är att skyddsskiktet har en av de viktigaste funktionerna av alla skikt för att uppnå funktionskravet och minska mängden dränerande vatten. Skiktet syftar till att befrämja växlighet, maximera avdunstning och förhindra att frost når tätskiktet.”

”Metanoxidation ska befrämjas i den övre delen av skyddsskiktet men får inte tränga ner till dränerings- respektive tätskiktet, vilket kan medföra en temperaturhöjning.”

Vegetationsskikt

En potential finns att använda mindre mängd aska med hänsyn till att viss växtetablering gynnas av en basisk jord och blandas med kompostjord, biologiskt renade jordar eller schaktmassor.

Tätskikt

Skogsindustrins (Stora Ensos) avfall – täta skikt - geologisk barriär

1988 utkom *Värmeforskrappport 301 Användning av restprodukter för täckning av avfallsupplag* av Erik Mattson och Ulf Qvarfort. Den visade att man kan täcka gruvavfall med ett tätskikt baserat på kol/vedaska och bioslam del i tätskikt med även i större delen av skyddsskiktet för att hindra främst syre och men även det mesta av nederbörden från att tränga ner i avfallet. *Det kan vara Värmeforks mest lönsamma rapport som* den ledde till en kostnadsnål täckning av Store Ensos deponi, men även Faluns hushållsdeponi baserat på Stora Ensos askor och slammer. Falu kommun torde ha sparat ca 100 milj kr på detta samtidigt som man sluppit fula sår i markerna. Man har mer gått på att konstruktionerna skall ge erforderlig täthet än att dela upp den på olika skikt. Detta arbete fortsätter nu i Borlänge Energis regi där man på Fågelmyrans deponi fått tillstånd att utföra tätskikt och geologiska barriärer med dessa material . Se tillståndet från **Miljöprövningsdelegationen Lst Dalarna 551-56-05.**

Flygaskstabiliserat avloppsslam (FSA) - tätskikt

Askprogrammet, Avfall Sverige och Svenskt Vatten mfl har finansierat projekt om att göra tätskikt med flyaskor(ej farligt avfall) och rötat avloppsslam (FSA). Principen är att enbart rötat slam blir tätt men behöver flygaskan för att förhindra biologisk nedbrytning och att erhålla tillräcklig skjuvhållfasthet för slänterna. Se Värmeforsks rapporter **1010**, och **1011**, Rapport **934** visar att det finns en viss kemiska nedbrytning men att den är långsam bla beroende på den låga perkolationen. Metoden finns utprovad i piloförsök och i fullskalförsök Lilla Nyby i Eskilstuna, Atleverken i Örebro och i Lövsta Stockholm. I lilla Nyby läggs även in ett rotförhindrande skikt av flyaska (Träflygaska från BFB men även från CFB). För pilotförsöket på Dragmossen Älvkarlebo pilotförsök så användes flygaska som utjämningsikt, FSA som tätskikt ock slaggrus som dränsikt ovan tätskiktet. Blandningen, kontinuerlig skruvblandare, gick delvis dåligt pga av för hög

fukthalt. Men efter att denna fukt pressats ut så har även den delen av deponin visat låg perkolation. Även gaser har analyserats och biologisk nedbrytning kan ej påvisas. Metoden fortsätter att utvärderas i ett projekt inom Askprogrammet, Svenskt Vatten och Avfall Sverige av Ecoloop, GeoInnova samt universiteten i Luleå(/Sweco/Ramböll) och Linköping. Hittills har perkolationen genom tätskikten varit mycket låg. Blandningen av rötslam och flygaskor bör göras vid så höga torrhalter som möjligt, Om blandningen görs vid regn erhålls besvärande ammoniaklukt annars är den måttlig/låg. Kontinuerliga blandningar bör undvikas som det kan bli hängningar i stup med ojämn inblandning som följd. Blandningar med hullastare med blandarskopa fungerar. 3 upprepningar ger tillräckligt god blandning. (Lilla Nyby)

Askor som konstruktionsmaterial i övre konstruktionen - Tvetametoden

Värmeforskrapport 1064 2009: **Utvärdering av fullskaleanvändning av askor och andra restprodukter vid sluttäckning av Tveta Återvinningsanläggning** Gustav Tham och Lale Andreas.

Tveta har bl.a askor i flera av sina skikt:

Grovdelen av slaggrus samt grövre panssander (bottenaska från fluidbedpannor) har använts som dräneringsmaterial ovan tätskiktet. Hydraulisk konduktivitet $>10^{-3}$ m/s. I tätskikt har använts bl.a flygaskor och blandaskor med hydraulisk konduktivitet $\approx 10^{-8}$ till 10^{-9} beroende på övriga skikt och lutning. Olika askor och panssander har använts som utfyllnads och gasdränkskikt under tätskiktet. Konduktiviteten skall vara $> 10^{-5}$ m/s. Materialen skall vara mekaniskt och kemiskt stabila

Ytorna klarar permeabilitetskravet på 50 liter per kvadratmeter och år och ett par ytor mindre än 5 liter per kvadratmeter och år. Det förmodas att den kemiska sammansättningen, kornstorleksfördelningen och de processer som sker i en reaktiv aska med pH kring 12 bidrar till att tätskiktet efter hydratisering och karbonatisering bildar en monolitisk konstruktion där utlakningen sker främst genom diffusionsstyrda processer. Resultat från borrningar i den befintliga askdeponin, som anlades 1982, visar att askors porutrymmen är små och att någon transport in och ut ur systemet av luft - vatten sker långsamt. Askskikten var dessutom mycket hårda. En bedömning som delas av Svenska Energiaskor är att eventuella sprickor har självläkt. En jämförelse kan göras med vulkanisk aska som historiskt använts som konstruktionsmaterial. En viss ombildning av askor till leror sker naturligt och bidrar till att sådana konstruktioner blir hårdare och stabilare med tiden. (Svenska EnergiAskors bedömning är att det visst kan bildas lermineral men i mindre omfattning och att den noterade hårdheten och stabiliteten mer beror på puzzolana (cemenliknande) reaktioner. Frågan kommer sannolikt att studeras vidare av Luleå Tekniska Universitet.)

I dränkskiktet har grovt slaggrus använts. Fin delen har använts i skyddskiktet.

Miljö- och miljööverdomstolen har godkänt ovanstående sluttäckningsmetod för hela verksamheten på Tveta Återvinningsanläggning:

Stockholms Tingrätt/Miljödomstolens dom den 29 mars 2006.

”Sluttäckning av hushållsdeponin skall ske successivt med dels ett minst 0,5 m tjockt utjämnings- och gastransportskikt, dels ett minst 0,7 m tjockt skikt av stabiliserade förbränningsrester som utgör ickefarligt avfall, dels ett minst 0,3 m tjockt dräneringsskikt, dels ett minst 1,5 m tjockt skyddsskikt och dels ett minst 0,3 m tjockt vegetationsskikt.”

”Restprodukter som t ex slagg, betongskrot, askor, glas, slam, förorenad jord och som utgör icke-farligt avfall får återvinnas som sluttäckningsmaterial inom anläggningen.”

Täckning av gruvavfall

Se även ovan om skogsindustrin

Bersbo

I början på 1990-talet täcktes Bersbogruvans avfall nära Åtvidaberg med dels tät morän/lera och dels med kolflygaska med 8% Cement som tätskikt för att förhindra fortsatt oxidation av svavelhaltig gruvavfall. Sannolik hindrade båda skikten nytt syre från att tränga in men redan oxiderade trevärda järnjoner fungerar då som oxidationsmedel varvid oxidationen av svavelkis liksom utlakningen av tungmetaller fortsätter.

Ervalla

I Ervalla nära Örebro fanns ett fult sår av anrikningssand från utvinning av svavelkis och magnetkis i början av 1900-talet. På 1990-talet täcktes den av tjocka lager av trä/torv CFB-flygaska och rötslam i nämnd ordning från Örebro. Såret blev ett mycket grönt område men utlakningen av tungmetaller till intilliggande bäck blev i stort oförändrad. Sannolikt dels beroende på att redan oxiderad Fe^{III+} fungerar som oxidationsmedel när syretillförseln upphör, men även för att omgivningen håller mycket lättoxiderbar magnetkis som gör att marken läcker ut syra och tungmetaller till bäcken. Men det fula såret i naturen försvann och blev till en yta som ibland fungerar som timmerupplag.

I rapport **1098 Inverkan av vegetation och rötslam på tätskikt av flygaska vid efterbehandling av sandmagasin Maria Greger, Clara Nueschütz, Karl-Erik Isaksson**, 2009 som ingår i Nueschütz doktorsavhandling samma år visas i lab och pilotskala att ett lager av rotförhindrande CFB-flygaska från trä/torv förbränning ger ett rotförhindrande skikt. Till att börja med genom högt pH och hög salthalt men på sikt genom hårdhet i skiktet på över 2,5 MPa. Men om rötterna från växterna i de överliggande rötslamsskiktet utsöndrar sackariner kan det uppstå frätskador i asklagret. Så växter med den egenskapen tex rörflen och svartvide bör undvikas. Blandningar av rötslam och flygaskor är ej rotförhindrande.

Sluttäckningen av Gillervattnet (80 ha) kräver för stora volymer flygaskor under kort tid (ca 500 0000 ton/5 år) utan tillräcklig förberedelse varför denna metod ej kommer att tillämpas i full skala. (En anledning är att det tog för lång tid att få tillstånd till ett nytt sandmagasin där en höjning av Gillervattnets magasin var ett men sämre alternativ. Så det gick inte att ha en långsiktig planering med uppbindning av stora askvolymer från t.ex. Mälardalen.).

Injektering

Värmeforsks rapport 830 Injektering av flygaska i hushållsavfallsdeponi 2003

Karin Wikman, Magnus Berg, Lale Andreas, Anders Lagerkvist, Sara Jannes, Gustav Tham & Rolf Sjöblom var även finansierat av Avfall Sverige, Åforsk och Telge Återvinning .

Rapporten visar att det är lätta att injektera deponier med en slurry av flygasaka. Lite för lätt, för askan rann djupare in i deponi än vad som var avsikten. Men den härdade

enligt beräkningarna. Kostnaden beräknades till ca 800 kr/ton TS aska med möjligheter att rationalisera till halva kostnaden, dvs bli lika med deponeringsgsskatten. Metoden är lovande för att stabilisera och täta deponier samt för att få bättre utnyttjade av volymen. Sulfaterna i askan bedömdes kunna reduceras av organiskt material och bilda svårslösliga sulfider för de i deponin och askorna ingående tungmetallerna.

Men det gick ej att finansiera fortsatt försök. Metoden kan vara tillämplig för att täta och neutralisera kulturhistoriska varphögar från gammal sulfidmalmbrytning så utseende är oförändrat men att tungmetallutlakningen minskas.