

Fosfor – resurser, tillgång, kvalitet

Fosfor (P) är det 11:e vanligaste grundämnet i jordskorpan. Det förekommer inte i sin elementära form i naturen utan ingår alltid i förening med andra ämnen i form av olika fosfater. Sett till dess reaktivitet förekommer ofta fosfor i förening med kalcium (Ca), natrium, (Na), fluor (F), klor (Cl), aluminium (Al) Magnesium (Mg), tungmetaller t ex kadmium (Cd), radionukleider som uran (U) mm. I stort sett förekommer det periodiska systemets alla grundämnen i råfosfat.

Det finns två huvudgrupper av råfosfat, sedimentär och magmatisk vilka har vitt skilda mineralogiska, strukturella och kemiska egenskaper. De mest förekommande fosfatmineralerna i både sedimentär och magmatisk råfosfat är olika typer av apatit, ofta kalciumfosfater med kvarts, kalцит, dolomit, lera och järnoxid som gångart. I handelssammanhang benämns oftast magmatisk råfosfat för apatit och den sedimentära för råfosfat. Magmatisk råfosfat är generellt friare från vissa typer av föroreningar t ex tungmetaller och radionukleider medan enstaka analyser pekar på högre halter av t ex arsenik (As), som Grängesapatiten i Sverige. Principiellt gäller för sedimentär råfosfat att ju högre fosforhalt den innehåller desto lägre är halten av föroreningar.

Magmatisk råfosfat har en låg fosforhalt i jämförelse med sedimentär råfosfat, generellt är fosforhalten lägre än 5 % i magmatisk råfosfat medan dagens kommersiella sedimentära råfosfat har en fosforhalt på 12-16 %. Fosforhalten i råfosfat som för närvarande bryts kommersiellt varierar från cirka 2 till nära 20 %. Förekomstmässigt är förhållandet magmatisk relativt sedimentär råfosfat 13 till 87. Cirka 80 % av världens fosforproduktion är baserad på sedimentära råfosfater.

Magmatisk råfosfat bryts framförallt i Ryssland, Finland, Sydafrika, Zimbabwe och Brasilien. De tre ledande fosfatproducerande länderna med produktion baserad på sedimentär råfosfat är Kina, USA och Marocko vilkas produktion utgör cirka 65 % av den globala fosforproduktionen. Andra länder med signifikant fosforproduktion baserad på sedimentär råfosfat är länder i Västafrika (västra Sahara), Tunisien, Jordanien, Syrien, Israel och Egypten. Råfosfatavlagringar finns fördelade över hela världen, inventeringar visar att i nära hälften av världens länder finns tillgång på råfosfat av varierande fosforhalt, kvalitet och brytvärdhet. Vid majoriteten av dessa 1 600 inventerade avlagringar sker för närvarande ingen produktion. Somliga av dessa fosfatavlagringar bryts för andra syften än fosforproduktion såsom den fosforhaltiga järnmalm i Sverige vilken bryts för järn- och stålproduktion och där ingående fosfater till viss del betraktas som en förorening. Emellertid, det är signifikanta volymer av fosfor som finns i Sveriges järnmalm.

Estimat på världens fosforresurser/-reserver, tillgänglighet och livslängd varierar stort. Detta är i stort en definitionsfråga. Globalt används begrepp som reserver och resurser där reserver i stora drag definieras som avlagringar som kan utvinnas med lönsamhet under rådande ekonomi, infrastruktur och tekniska förhållanden. Reservbas tillämpas i vissa fall och inkluderar ekonomiska, marginellt ekonomiska samt subekonomiska reserver. Resurser definieras som reserver och potentiella reserver plus alla övriga mineralfyndigheter (geologiska resurser) som kan bli tillgängliga. Potentiella reserver kan förmodligen utvinnas om nödvändiga investeringar tillåts. Många estimat rörande fosforreserver och -resurser är subjektiva då de baseras på antaganden kring de omständigheter som kan avgöra om en fyndighet är ekonomisk.

Det finns inga överenskomna standarder varför stora skillnader finns i bedömningen av den ekonomiska utvinningsbarheten av en fyndighet. Vilket teoretiskt betyder att ju högre utvinningskostnad som kan accepteras desto större blir världens tillgång på tillgänglig fosfor, dvs en omklassificering av råfosfatfyndigheterna skulle ske. Bedömningar av framtida behov

av fosfor och därmed fosfortillgångarnas livslängd varierar därför stort. Sett till det som idag bedöms som ekonomiska och potentiellt ekonomiska fosforavlagringar och jämfört med dagens konsumtion så räcker dessa tillgångar mer än 1 000 år. Världens växande befolkning kommer att kräva en ökad produktion från jordbruket då det totala behovet av livsmedel, fibrer och energi kommer att öka. Estimat baserade på dagens extraktions- och produktionskostnader och de ekonomiska fosforreserver som finns enligt nuvarande bedömning kopplat till ökat fosforbehov visar på en livslängd av dessa fosforreserver på cirka 150 år. Oavsett den potentiellt långa livslängden av världens fosforavlagringar är fosfor en ändlig resurs så finns det många anledningar till att förändra och förbättra användningen av fosfor.

Brytning av råfosfat och dess vidareförädling till fosforprodukter är finansiellt och tekniskt krävande. Stora volymer råfosfat skall processas till lämplig produkt och ju lägre fosforkoncentration desto större volym apatit skall hanteras. Fyndigheternas storlek, koncentration och långsiktiga produktpris är därför avgörande för en potentiell investering på plats. Råfosfat är bara ett material som behövs för framställning av t ex fosforgödselmedel, vidare behövs tillgång till vatten, energi, kemikalier mm. Transport av råfosfat har av förklarliga skäl i stort sett frångåtts i världen och idag transportas endast någon form av koncentrerad eller förädlad produkt. I geografiska Europa finns två råfosfatfyndigheter som är aktiva idag, Siilinjärvi i Finland och Kolahalvön i Ryssland. Det finns fosforhaltig apatit och järnmalm i Sverige men med dagens konventionella teknik så finns det inte ekonomi i att processa dessa.

De tekniker som används för att processa råfosfat beror på råfosfatens fysikaliska och kemiska egenskaper samt användningsområde. Fosfor till gödselmedel anses som lågkvalitetsprodukt till skillnad från t ex livsmedelskvalitet. Fosforsyra är den dominerande råvaran i produktionen av fosforhaltiga gödselmedel. Det finns två huvudtyper av processer för framställning av fosforsyra, den "våta" processen (wet process) respektive en smältugnsprocess (furnace process). Smältugnsprocessen används enbart för tillverkning av fosforprodukter med krav på hög renhet och det första steget är tillverkning av elementär fosfor för senare konvertering till fosforsyra. De våta processerna klassificeras efter den syra som används för att sönderdela råfosfaten. Den mest förekommande processen är användning av svavelsyra (svavelsyrprocessen) som idag är den som avses i benämningen den våta processen, i denna process produceras gips som bi-/avfallsprodukt. I viss gödselmedelsproduktion används fosforsyra för att processa råfosfat till gödselmedel. En ytterligare syra är salpetersyra som används i den så kallade nitrofosmetoden. Från respektive metod har ett antal kommersiella processer utvecklats.

När det gäller reningstekniker för att ta bort föroreningar så har dessa traditionellt varit inriktade på att ta bort ämnen som ger produktions- eller transporttekniska problem. Detta gäller t ex organiskt material, fasta partiklar, fluor, kisel, aluminium mm. Föroreningar som skapar bekymmer är framförallt tungmetaller och radionukleider. I råfosfat finns 16 grundämnen som potentiellt är skadliga för miljö och hälsa varav de mer förekommande är arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), bly (Pb), selen (Se), kvicksilver (Hg), uran (U) och vanadin (V). Det bedöms att i genomsnitt 75 till 80 % av spårelementen som förekommer i råfosfat återfinns i det slutliga gödselmedlet.

Uran och kadmium har varit och är föremål för mer uppmärksamhet och förekommer i olika koncentration i de flesta råfosfater men högre halter finns av dessa i sedimentära råfosfater i jämförelse med magmatiska. Särskilt höga halter av uran finns i Floridaapatiten, USA, och i råfosfat i Jordanien. I början av 1950-talet började uran utvinnas ur fosforsyra i USA eftersom det fanns ett kommersiellt intresse i uranet. Tungmetallen kadmium medför inga problem i produktionen men i takt med ökande fokus på tungmetallers inverkan på hälsa och miljö har, i brist på reningstekniker, kadmiumhalten delvis fått vara vägledande i valet av råvara. Halten av kadmium i råfosfat är generellt 1-130 ppm, sedimentära råfosfater har en snitthalt på 20,6

ppm Cd och magmatiska har en snitthalt på 1,5 ppm Cd. Selektionen av råfosfat av bättre kvalitet – högre fosforhalt och lägre halt av föroreningar har lett till en ökande takt av utarmning av dessa råfosfatfyndigheter och denna tillämpning är inte en långsiktigt hållbar lösning.

För närvarande finns inga kommersiellt tillämpbara processer för att avlägsna kadmium ur fosforsyra för produktion av gödselmedel. Olika tekniskt möjliga metoder för kadmiumrening såsom co-kristallisering med anhydrit, fällning, jonutbyte och lösningsmedelsbaserad extraktion har utvärderats men de anses inte tillräckligt effektiva eller är förenade med för hög kostnad. Tidigare estimat har föreslagit att införandet av kadmiumrening skulle öka priset på fosforhaltiga gödselmedel med 2-10 % men idag anses detta för lågt. Det finns för närvarande en metod som används i Nauru som har världens högsta kadmiumhalt i råfosfaten men där fosfor är den enda exportprodukten och av mycket stor betydelse för landets ekonomi. Metoden är en kalcineringsprocess som kräver hög temperatur och priset på renad fosforsyra i jämförelse med orenad fosforsyra är 2:1. Kadmiumrening tillämpas för rening av fosforsyra ämnade till högkvalitetsprodukter. Emellertid, beroende på vilken våt process (svavelsyrprocess) som tillämpas vid fosforsyraproduktion sänks mängden kadmium i fosforsyran med upp till 45 % då det avlägsnas i bi-/avfallsprodukten gips. I gödselmedel som inte baseras på fosforsyra från svavelsyrprocessen finns hela mängden kadmium från råfosfaten kvar.

Estimat på den globala fosforans förbrukning, tillgänglighet och livslängd varierar stort. Förbrukningen av fosfor drivs framförallt av användningen av fosforhaltiga gödselmedel inom jordbruket och inkluderas användningen av foderfosfater så svarar jordbruksanvändningen av fosfor för mer än 85 % av den globala förbrukningen. Övrig förbrukning fördelas på flera hundratals olika fosfater som används inom ett stort antal områden såsom tvätt- och diskmedel, vattenrening, livsmedelstillsatser, metallbehandling, pesticider, medicinsk användning och mycket mera.

Sett till den dominanta rollen av gödselmedel i den globala fosforanvändningen så kommer utvecklingen av den framtida fosforproduktionen att drivas av utvecklingen inom jordbruket som i sin tur beror på den globala befolkningstillväxten och dess behov av livsmedel, fibrer och biobränsle. I Europa har fosforförbrukningen stadigt gått ner sedan mitten av 1970-talet. Globalt har det generellt varit en ständigt uppåtgående trend med korta förlopp av ökad respektive minskad förbrukning relaterat till den globala spannmålssituationen, ekonomin och i senare tid produktionen av bioenergi. Beroende på vilket basår och tidsförlopp som väljs fluktuerar den årliga förbrukningsförändringen mellan -11 och +7 % för att i ett längre perspektiv, 1975-2005 varit i snitt 1,5 %. Den globala årliga förbrukningen av fosfor är för närvarande (i genomsnitt för åren 2005-2009) cirka 17 miljoner ton fosfor.

Fosforanvändningen i form av handelsgödsel i Sverige var som högst 1976, knappt 65 000 ton fosfor för att idag ligga på under 15 000 ton årlig användning vilket i snitt motsvarar under 6 kg fosfor per hektar.

Fosfor är essentiellt för alla livsformer och kan inte substitueras mot något annat ämne. Det ingår i många fysiologiska och biokemiska processer. Fosfor finns i varje cell av alla levande organismer. Det är ett nyckelelement i fotosyntesen och har fler funktioner i djur och människor än något annat mineral. Fosfor är det andra mest förekommande mineralet i djur och människor där cirka 80 % av fosfor i kroppen finns i skelett och tänder. Ett enkelt sätt att beräkna fosformängden i ett däggdjur är att dess kropp innehåller 3,5 till 4,5 % aska av vilken 15 till 20 % är fosfor, eller, i medeltal finns mindre än 1 % (ofta 0,6 till 0,7 %) fosfor i ett fullvuxet djur eller människa.

För tillväxt, underhåll och produktion i biologiska system behövs en mer eller mindre kontinuerlig fosfortillförsel. Full effektivitet finns inte i något system varför det uppstår en

potential för recirkulering och återvinning av fosfor från avfallsprodukter. Typ av avfall, volym, tillgänglighet och distribution i landet varierar stort men signifikanta fosforhaltiga resurser finns i skörderester, stallgödsel, avfall från livsmedelsproduktion, bioavfall från hushåll, avloppsslam samt industriella fosforhaltiga avfall. Ofta är det senare, såsom syror för metallbehandling så förorenade att de måste, om möjligt, renas annars deponeras under säkra förhållanden i andra fall kan fosfor vara så hårt bunden att återvinning eller extraktion blir en kostsam och komplex process. Avfall från jordbruk och livsmedelssektorn kan generellt sett användas utan restriktioner (sett till innehåll av oönskade ämnen) och mestadels är det en fråga lämpligt sätt och form. Avloppsslam i Sverige håller generellt en god kvalitet men stora delar av livsmedelsindustrin ställer krav på jordbrukets producenter att slam inte får användas i jordbruksproduktion ämnad för livsmedel. Typ av avfall, volym, tillgänglighet och distribution i landet varierar stort.