

MINEPAP

Slutrapport från projektet ”Matchning av cirkulära resursflöden med en cirkulär affärsmodell i gruv- och pappersindustrin”

Rapport till Vinnova 2018-09-18

Dnr. 2017-03101.

Frans Prenkert
&
Katarina Arbin
Örebro Universitet, Handelshögskolan | ORULOG

Maria Johansson
&
Josef Mácsik
Ecoloop AB

Ian Hamilton
Econova AB

Förord

Denna rapport utgör slutrapportering för projektet MINEPAP - Matchning av cirkulära resursflöden med en cirkulär affärsmodell i gruv- och pappersindustrin som finansierats av Vinnova. Projektet har löpt under perioden 2018-01-01 och 2018-08-30.

Professor Frans Prenkert från Handelshögskolan vid Örebro universitet har varit vetenskaplig projektledare och Ian Hamilton från Econova AB har varit administrativ projektledare. Vidare har Katarina Arbin, lektor och forskare från Örebro universitet, samt Josef Mácsik och Maria Johansson från Ecoloop deltagit i arbetet i projektet.

Alfred Nobel Science Park (ANSP) har deltagit med kunskap om forskningskommunikation och med ansvar för administrativt stöd, pressinformation och kommunikation runt projektet. Ett särskilt tack går till Helena Stenhem och Ingela Ernestam för deras insatser.

Förutom dessa personer har medarbetare på Zingruvan Mining och Ahlstrom-Munksjö Aspa Bruk deltagit i möten, diskussioner och fältbesök vid upprepade tillfällen. Vi från projektgruppen önskar rikta ett genuint och varmt tack till er för ert deltagande, tålamod och tillmötesgående. Vi vet att vi tagit upp av er dyrbara tid, men ni har aldrig ens antytt att det skulle vara ett besvär. Det är vi tacksamma för.

Vi vill också tacka Vinnova för förtroendet att genomföra projektet och för den flexibilitet och klarsyn ni visat då ett projekt inte alltid blir så som man ursprungligen planerade det.

Rapporten är huvudsakligen författad av Frans Prenkert och Katrina Arbin med hjälp av Ian Hamilton samt Maria Johansson & Josef Mácsik i del II. Vi har gjort allt vi kan för att faktagranska innehållet och säkerställa att inga fel finns i rapporten.

Eventuella kvarvarande felaktigheter eller missförstånd är helt och hållet författarnas ansvar.

Örebro, September 2018

Frans Prenkert

Katarina Arbin

Innehåll

FÖRORD	2
EXEKUTIV SAMMANFATTNING.....	5
DEL I – BAKGRUND.....	8
INLEDNING.....	9
BAKGRUND	11
<i>Cirkulär ekonomi</i>	11
<i>Problem och frågeställningar</i>	12
<i>Projektkonsortium</i>	13
DEL II - TEKNISKA FRÅGOR	15
DAMMBEKÄMPNING MED GRÖNLUTSLAM (GLS).....	16
FÄLTFÖRSÖK MED GLS SOM TÄCKNING AV SANDMAGASIN	16
<i>Syfte och mål med fältförsöket</i>	16
<i>Metod</i>	16
<i>Avbrott av fältförsöket</i>	17
<i>Projektsteg och beslut i fältförsöket</i>	17
Inledande möten hos Zinkgruvan Mining respektive Aspa Bruk	17
Förberedande arbeten projektgruppen.....	17
Laboratieförsök grönlutslam och sandmaterial	17
Planeringsmöte fältförsök hos Zinkgruvan 15 februari	17
Projektmöte i Askersund 10 april	18
För-försök Zinkgruvan	18
"Skaktest" – verifiering av grönlutslammets lakningsegenskaper.....	18
Beslut om att stoppa fältförsöket.....	19
DEL III – AFFÄRSMODELLER OCH VÄRDESKAPANDE.....	20
AFFÄRSMODELL-BEGREPPET.....	21
<i>Skapa värde – vad betyder det?</i>	21
<i>Värdeekvationen – den positiva och den negativa sidan</i>	23
<i>Komplexa värderelationer och nätverk</i>	24
<i>Hårda och mjuka värden</i>	26
"CIRKULÄRA" AFFÄRSMODELLER.....	27
<i>Problem och utmaningar med att utveckla cirkulära affärsmodeller - erfarenheter från projektets deltagare</i>	27
Utmaning 1: Identifiera värdeskapande både på den positiva och negativa sidan av värdeekvationen.....	28

Utmaning 2: Matcha värdeskapande både på den positiva och den negativa sidan av värdeekvationen.....	29
Utmaning 3: Förankra arbetet med affärmodellutveckling internt i organisationerna	29
DEL IV – SLUTSATSER OCH DISKUSSION.....	30
LÄRDOMAR FRÅN FÄLTFÖRSÖKET	31
IMPLIKATIONER FÖR FRAMTIDA FÖRSÖK	31
EN CIRKULÄR AFFÄRSMODELLS PRINCIPIELLA KARAKTÄR OCH POTENTIAL FÖR EN CIRKULÄR EKONOMI.....	31
SLUTSATS – CIRKULÄRA FLÖDEN OCH KÄRNTEKNOLOGIER.....	32
BILAGOR.....	34
BILAGA 1: ARBETSMOMENT ILLUSTRATION OCH LISTA	35
BILAGA 2: PRESENTATION 10 APRIL AV LABBRESULTAT SAND OCH GRÖNLUTSLAM	38
BILAGA 3: FÄLTFÖRSÖKSPLANERING MED PROVTAGNINGSPÅN	43

Exekutiv sammanfattning

Projektresultaten på 30 sekunder

Försöken indikerar att en blandning av de aktuella materialen (GLS och anrikningssand) i ogynnsamma fall kan medföra ökad utlakning av arsenik från sanden. Vid framtida försök behöver dessa risker tas med i beräkningarna och hanteras på något sätt. En möjlighet kan vara att efterbearbeta GLS:en så att pH-nivåerna sänks, men sådana åtgärder behöver studeras närmare för att säkerställa funktion och säkerhet.

Vad gäller cirkulära affärsmodeller så måste man vara nedveten om och arbeta systematiskt med att avgränsa olika värdekontexter från varandra. Särskilt behöver företagens ordinarie värdekontexter som utgör basen för deras pågående ordinarie verksamhet isoleras och skyddas från de värdekontexter som identifieras och skapas i relation till ett eventuellt överskottsmaterial.

Bakgrund

Den svenska regeringen har satt upp ett ambitiöst mål om att Sverige skall bli det första fossilfria välfärdslandet i världen 2050. Motivet bakom detta initiativ är inte enbart moraliskt utan också ekonomiskt. Men för att detta skall kunna ske krävs att våra ekonomier omorganiseras i grunden. Idén om cirkulär ekonomi (CE) utgör i detta sammanhang en modell för organiseringen av ekonomier som tycks innehålla potential i jämförelse med våra nuvarande linjära ekonomier. Den bärande idén bakom CE bygger på att man genom att återinsätta, återvinna och återanvända resurser i våra ekonomiers produktionssystem kan åstadkomma ekonomisk nytta och välbefinnande utan att exploatera och konsumera naturresurser samtidigt som man minimerar avfall. Denna idé uttrycks ofta som tre fundamentala principer i CE: "Reduce, Reuse, and Recycle". På detta sätt kontrasterar CE den linjära ekonomin och erbjuder en alternativ modell för en hållbar ekonomi som kan vara Sverige behjälplig i ambitionen att bli en fossilfri ekonomi.

I detta projekt studeras ett särskilt resursflöde mellan pappersindustrin representerat av Ahlstrom-Munksjö Aspa Bruk och gruvindustrin representerat av Zinkgruvan Mining som ett konkret exempel på ett försök att minimera avfall. Pappersindustrin producerar förhållandevis stora volymer restmaterial där några i dagsläget deponeras. En av dessa restprodukter är grönlutslam (GLS), som har specifika tekniska och miljömässiga egenskaper som ger en funktion som efterfrågas av en annan industri, i detta fall minskad damning från sandmagasin.

Projektets fokus, mål och problemställning

Projektet fokuserar på två delar: En teknisk del och en affärsmässig del. Den tekniska delen handlar om de tekniska frågor som måste lösas avseende resursflödet. Den affärsmässiga delen handlar om att utveckla cirkulära affärsmodeller anpassade för cirkulära resursflöden.

Även om det i den befintliga litteraturen finns gott om exempel på hur exempelvis policy relaterar till CE, så är det en allmän brist på praktisk kunskapsutveckling av hur konkreta industriella applikationer och lösningar baserade på CE kombineras med en omorganisering av de ekonomiska sammanhangen för att skapa affärsmässigt fungerande och hållbara lösningar. Mer kunskap och djupare förståelse för hur den ekonomiska praktiken ser ut i en

kontext av CE behövs. ***Det betyder att vi behöver länka samman resursmässigt cirkulär teknisk problemlösning med organisatorisk ekonomiskt affärsmässig problemlösning.***

Ett av huvudmålen i detta projekt har därför varit att länka ekologiskt och tekniskt cirkulära hållbara lösningar till affärsmodeller som kan ta till vara på de ekonomiska nyttorna.

Ofta är det nödvändigt att redan på ett tidigt stadium utveckla demonstratorer för att t.ex. utvärdera ett specifikt potentiellt flödes marknadspotential och för att ingående parter skall kunna utveckla hållbara affärsmodeller. I detta projekt har vi studerat ett sådant avgränsat sammanhang med målsättning att:

- Utföra en specifik behovsanalys
- Utveckla och integrera en enskild lösning
- Utveckla och testa demonstratorer för denna lösning
- Utföra tester av demonstratorerna i olika miljöer

Detta görs givet att fokus ligger på att utveckla en hållbar affärsmodell kopplad till det cirkulära resursflödet. En sådan affärsmodell kan då i alla viktiga avseenden kallas för en 'cirkulär affärsmodell'. I dag saknas det kunskap om hur dessa affärsmodeller ser ut och hur de kan utvecklas.

Resultat och slutsatser

Den tekniska delen av projektet visar på oväntade effekter av lakning vid täckning av sandmagasinet med GLS. Laboratorieförsöken indikerade att en blandning av de aktuella materialen (GLS och anrikningssand) i ogymsamma fall kan medföra ökad utlakning av arsenik från sanden. Resultaten indikerade därmed att det finns risk för att arsenikens lakegenskaper kan förändras i stor skala. Detta var en ny lärdom och denna kunskap ledde till att fältförsöket avbröts och inte skalades upp i större skala på grund av de risker som det skulle ha medfört. Risken för denna lakning beror på en kombination med GLS med relativt hög pH-nivå och en anrikningssand som kan innehålla arsenikrester. Detta har inte dokumenterats vetenskapligt tidigare och utgör ett kunskapsbidrag till såväl det akademiska fältet som till praktiken. Vid framtida försök behöver dessa risker tas med i beräkningarna och hanteras på något sätt. En möjlighet kan vara att efterbearbeta GLS:en så att pH-nivåerna sänks, men sådana åtgärder behöver studeras närmare för att säkerställa funktion och säkerhet.

Vidare visar den tekniska delen vikten av att identifiera behov av kontroll- och kvalitetssäkringssystem och att dessa implementeras på ett bra sätt i samband med försök av det här slaget. I detta fall har systemet fungerat tillfyllest och förmådde fånga upp också helt oväntade och oförutsedda konsekvenser av försöket.

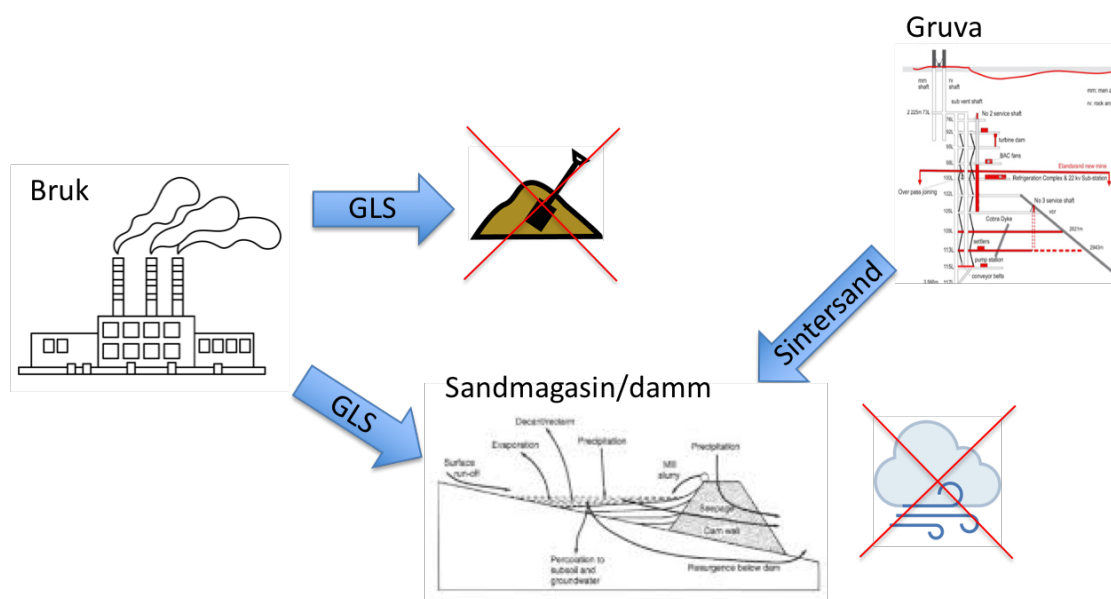
Den affärsmässiga delen av projektet visar att värdeekvationens negativa sida ofta är betonad i en CE samt att immateriella aspekter såsom vård av varumärke, rykte, image och allmänt etiska överväganden spelar in i hur man värderar vissa resurser. Vidare kompliceras en analys av värdeskapandet av att det i en CE uppstår en komplexitet i affärskontexten med fler aktörer som länkas in i ett flöde. Det kan handla om mellanhänder, föremedlingsagenter, specialister, de som håller på med efterbearbetning, etc. Detta skapar en i högsta grad nätverkad kontext med många olika aktörer som alla måste definiera sina respektive värdeekvationer och hitta sätt att skapa och fånga in värden och kunna skapa monetära flöden från dessa. Eftersom "alla sitter i i hop med alla" så måste detta göras i interaktion med andra och delvis i takt med andra aktörer i sammanhanget. Detta är en av utmaningarna med att skapa cirkulära affärsmodeller baserat på cirkulära resursflöden.

En ***huvudslutsats från projektet*** är att man måste vara nedveten om och arbeta systematiskt med att avgränsa olika värdekontexter från varandra. Särskilt behöver företagens ordinarie värdekontexter som utgör basen för deras pågående ordinarie verksamhet isoleras och skyddas från de värdekontexter som identifieras och skapas i relation till ett eventuellt överskottsmaterial. Detta kan verka kontraintuitivt att vissa flöden isoleras och skyddas när man pratar om att identifiera cirkulära flöden, men våra analyser visar att det är nödvändigt. Resultaten visar att det är lika viktigt som att identifiera en cirkularitet i resursflödet baserat på ett överskottsmaterial eller någon annan form av resurs. Det betyder att man måste arbeta parallellt med att systematiskt länka in aktörer som möjliggör att man kan sluta ett cirkulärt flöde samtidigt som man arbetar med att isolera dessa värdekontexter från de ordinarie kontexterna.

DEL I – BAKGRUND

Inledning

Pappersindustrin producerar förhållandevis stora volymer restmaterial där några i dagsläget deponeras. En av dessa restprodukter är grönslutsam (GLS), som har specifika tekniska och miljömässiga egenskaper som ger en funktion som efterfrågas av en annan industri, i detta fall minskad damning från sandmagasin som ägs av Zinkgruvan Mining som ingår i koncernen Lundin Mining (hädanefter "Zinkgruvan"). Damningen är i dagsläget ett problem som kan åtgärdas med exempelvis en temporär täckning. Se figur 1.



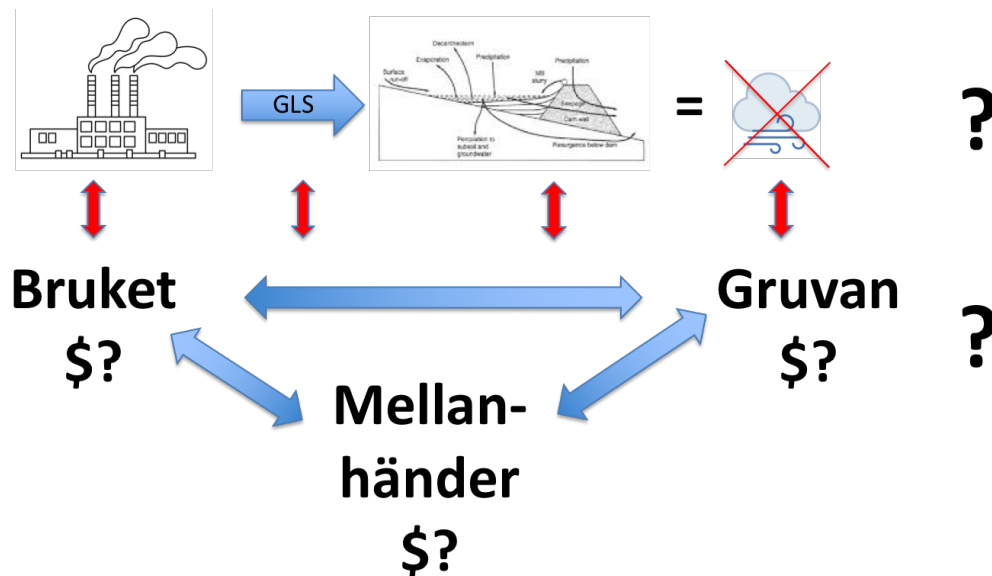
Figur 1. Matchning av resurser i ett flöde mellan pappersbruk och gruva

Att förädla och produktifiera GLS mot denna applikation kräver insatser från båda industrierna. Det handlar framförallt om att säkra att GLS uppfyller tekniska och ekonomiska kriterier. I detta fall har Zinkgruvan ett behov av en lösning och pappersindustrin representerat i detta projekt av Alstrom-Munksjö Aspa Bruk (hädanefter "Aspa Bruk") ett material som skulle kunna fungera som täckningsmaterial.

Även om man sedan en tid känt till potentialen med GLS för att ex. stabilisera gruvavfall¹ så uppstår i denna specifika matchning av resurser i ett cirkulärt resursflöde ett antal tekniska frågor som behöver få en lösning, bl.a. hur de respektive materialen GLS och sintersand reagerar med varandra vid olika typer av påverkan från väder och vind och hur själva utläggningen kan ske rent praktiskt.

¹ Jia, Y., Stenman, D., Mäkitalo, M., Maurice, C., & Öhlander, B. (2013). Use of amended tailings as mine waste cover. *Waste and Biomass Valorization*, 4(4), 709-718. Mäkitalo, M., Maurice, C., Jia, Y., & Öhlander, B. (2014). Characterization of green liquor dregs, potentially useful for prevention of the formation of acid rock drainage. *Minerals*, 4(2), 330-344.

Men för att matchningar av ett cirkulärt flöde som det ovan så krävs det också att respektive aktör identifierar ett värde i flödet och att en cirkulär affärsmodell kan utvecklas för att göra flödet ekonomiskt stabilt. Om så inte sker kommer flödet – i den mån det visar sig vara tekniskt lämpligt och genomförbart – att existera endast så länge externa medel tillförs på något sätt. Det blir då inte en varaktig lösning som bär sig själv. Detta illustreras i figur 2.



Figur 2. Matcha ett resursflöde med en affärsmodell

Dagens problematik i dessa fall är att det saknas en affärsmodell för att organisera dessa ekonomier som bryter den linjära modellen "Take, Make and Dispose"². För att testa potentialen med ett cirkulärt resursflöde mellan Aspa Bruk och Zinkgruvan så studerar detta projekt problemet utifrån två frågeställningar. Den första frågeställningen handlar om de tekniska kraven och frågorna – dvs. hur reagerar GLS med sand och hur kan utläggningen utföras. Den andra frågeställningen har med värdeskapandet och affärsmodellen att göra – hur kan en cirkulär affärsmodell se ut som gör att ett cirkulärt flöde permanentas och blir en integrerad del av företagens verksamheter?

Rapporten är strukturerad enligt följande. Närmast ges en bakgrundsbeskrivning till projektet och de medverkande aktörerna i konsortiet i resten av Del I. Därefter är rapporten uppdelad i två huvudsakliga delar som tar upp respektive frågeställning. I Del II diskuteras resultaten från projektet om hur de tekniska frågorna kan hanteras och de problem som uppstod vid fältförsöket. I Del III diskuteras resultaten rörande affärsmodell och värdeskapande. Rapporten avslutas med en del IV där vi redovisar slutsatserna och diskuterar implikationerna av dessa för en cirkulär ekonomi.

² Ness, D. (2008). Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 15(4), 288-301.

Bakgrund

Cirkulär ekonomi

Den svenska regeringen har satt upp ett ambitiöst mål om att Sverige skall bli det första fossilfria välfärdslandet i världen 2050³. Motivet bakom detta initiativ är inte enbart moraliskt utan också ekonomiskt. Men för att detta skall kunna ske krävs att våra ekonomier om-organiseras i grunden. Idén om cirkulär ekonomi (CE) utgör i detta sammanhang en modell för organiseringen av ekonomier som tycks innehålla potential i jämförelse med våra nuvarande linjära ekonomier⁴. Den bärande idén bakom CE bygger på att man genom att återinsätta, återvinna och återanvända resurser i våra ekonomiers produktionssystem kan åstadkomma ekonomisk nytta och välbefinnande utan att exploatera och konsumera naturresurser samtidigt som man minimerar avfall⁵. Denna idé uttrycks ofta som tre fundamentala principer i CE: "Reduce, Reuse, and Recycle"⁶. På detta sätt kontrasterar CE den linjära ekonomin och erbjuder en alternativ modell för en hållbar ekonomi som kan vara Sverige behjälplig i ambitionen att bli en fossilfri ekonomi.

För att CE skall kunna hjälpa Sverige att bli en fossilfri ekonomi så måste idén tas till en konkret nivå. CE är problematiskt om man inte kan kombinera den ekologiska naturresurs-sidan med den ekonomiska organisatoriska sidan. Dessa senare aspekter är dessvärre ofta förbisedda⁷. Följaktligen är många CE-analyser alltför begränsade i det att de ignorerar de organisatoriska och sociala aspekterna. Detta gör att CE riskerar att bli en förenklad tankemodell utan konkret förankring i en verklig ekonomisk realitet. Det behövs mer kunskap om hur CE kan inkludera både "hårda" resursdelar och "mjuka" organisatoriska delar för att det skall bli ett reellt alternativ till våra nuvarande ekonomier. Till exempel Ghisellini et al., (2016: 12) säger att⁸:

"...sustainable development requires balanced and simultaneous consideration of the economic, environmental, technological and social aspects of an investigated economy [...] as well as of the interaction among all these aspects."

Även om det i den befintliga litteraturen finns gott om exempel på hur exempelvis policy relaterar till CE (för bra genomgångar av litteraturen, se exempelvis Su, Heshmati, Geng & Yu

³ <http://www.government.se/government-policy/fossil-free-sweden/> (Läst 2017-05-29). Vissa remissinstanser t.ex. Miljömålsberedningen menar att målen kan nås redan 2045.

⁴ Ness, D. (2008). Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 15(4), 288-301. Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438.

⁵ Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133-140. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438.

⁶ Feng, Z., & Yan, N. (2007). Putting a circular economy into practice in China. *Sustainability Science*, 2(1), 95-101. Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. C. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, 66, Part B, 344-357.

⁷ Elkington, J. (1998). *Cannibals with Forks: The Triple-bottom-line of 21st Century*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers. Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2015). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*.

⁸ Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.

[2013] och Ghisellini et al., [2016]⁹), så är det en allmän brist på praktisk kunskapsutveckling av hur konkreta industriella applikationer och lösningar baserade på CE kombineras med en om-organisering av de ekonomiska sammanhangen för att skapa affärsmässigt fungerande **och** hållbara lösningar. Mer kunskap och djupare förståelse för hur den ekonomiska praktiken ser ut i en kontext av CE behövs. Det betyder att vi behöver länka samman resursmässigt cirkulär teknisk problemlösning med organisatorisk ekonomiskt affärsmässig problemlösning. **Ett av huvudmålen i detta projekt har därför varit att länka ekologiskt och tekniskt cirkulära hållbara lösningar till affärsmodeller som kan ta till vara på de ekonomiska nyttorna.**

I det här projektet har vi därför studerat länken mellan en cirkulär teknisk lösning där utskottsmaterial från pappersmassatillverkning (GLS) har potential att fungera som täckningsmaterial av restprodukter från gruvverksamhet och de eventuella affärsmodeller som kan utvecklas i relation till denna lösning. Vi har utfört ett test av den tekniska lösningen och i samband med detta utforskat möjligheterna att ta fram en bärkraftig affärsmodell för de involverade aktörerna för att på så sätt länka de hårda och de mjuka aspekterna av en CE i ett konkret tekniskt och ekonomiskt sammanhang.

Problem och frågeställningar

När det gäller CE så är det ofta nödvändigt att bryta ned en potentiell helhetslösning eller idé i ett antal mer avgränsade del-lösningar som först kan testas och utvärderas innan de kan integreras till en helhet. Det är därför motiverat att i en mer begränsad omfattning genomföra fördjupade och kompletterande undersökningar och analyser av behov i nära samverkan med t.ex. nyckelkunder för att bättre förstå och hantera möjligheter och hinder.

Ofta är det nödvändigt att redan på ett tidigt stadium utveckla demonstratorer för att t.ex. utvärdera projektets marknadspotential och för att ingående parter skal kunna utveckla såväl ekonomiskt som resursmässigt och socialt hållbara affärsmodeller. Det är därför betydelsefullt om tester kan utföras i olika miljöer med olika deltagare eftersom resultatens potential (såsom exportmöjligheter och genusneutralitet) då ökar avsevärt. I detta projekt har vi studerat ett sådant avgränsat sammanhang med målsättning att:

- Utföra en specifik behovsanalys
- Utveckla och integrera en enskild lösning
- Utveckla och testa demonstratorer för denna lösning
- Utföra tester av demonstratorerna i olika miljöer

Detta görs givet att fokus ligger på att utveckla en hållbar affärsmodell kopplad till det cirkulära resursflödet. En sådan affärsmodell kan då i alla viktiga avseenden kallas för en 'cirkulär affärsmodell'. I dag saknas det kunskap om hur dessa affärsmodeller ser ut och hur de kan utvecklas.

Som tidigare nämnts kan den övergripande målsättningen med projektet delas in i två huvuddelar. Del I handlar om cirkulära resursflöden där projektet har genomfört tester som syftat till att skapa cirkulära flöden i ett konkret industriellt sammanhang för att på så sätt utveckla en affärsmässigt och cirkulärt hållbar lösning på ett specifikt resursproblem. Del II handlar om cirkulära affärsmodeller där projektet bidrar med kunskap om utveckling av affärsmodeller, produktdesign och värdesystem för cirkulering.

⁹ Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.

Projektkonsortium

I projektkonsortiet ingår följande parter: Alfred Nobel Science Park (ANSP), Econova, Ecoloop, Handelshögskolan vid Örebro universitet, Ahlstrom-Munksjö Aspa Bruk, Zinkgruvan Mining, samt Ramböll som labbpartner. Tabell 1 beskriver konsortiet och respektive roller.

Tabell 1. Projektkonsortiet

<i>Organisation</i>	<i>Roll i projektet</i>
Zinkgruvan Mining	Gruvan har behov av att täcka sina sandytor för att hindra damning.
Ahlstrom-Munksjö Aspa Bruk	Bruket har en kontinuerlig produktion av grönlutslam (restprodukt) som man aktivt söker avsättning till.
Econova Recycling AB	Företaget har två roller dels som projektledare och dels som entreprenadföretag med erfarenhet av projektering, materialanförskaffning och sluttäkningsarbeten av deponier.
Ecoloop AB	Strategisk partner för rådgivning, demonstration och kunskapsöverföring.
Örebro Universitet Handelshögskolan	Projektsökande och ansvarig för kunskapsinventering och utveckling av cirkulära affärsmodeller.
Ramböll AB	Medverka i materialdiskussioner och utföra laboratorietjänster.
Alfred Nobel Science Park	Projektadministration med ansvar för kommunikation och spridning av resultat

Kärnan utgörs av gruvan och bruket som har kontroll över de resursbaser som har potential för en cirkulär resurslösning. Econova, Ecoloop och Ramböll står för kompetens inom projektledning, kemisk analys och affärsutveckling, medan Örebro universitet står för forskningskompetens om utveckling av cirkulära affärsmodeller och hållbart företagande. ANSP utgör ett gränssnitt mellan akademi och industri och utgör en neutral plattform för kunskaps- och erfarenhetsutbyte. Parterna presenteras närmare nedan:

Zinkgruvan är ett helägt dotterbolag i Lundin Mining koncernen beläget sydöst om Askersund i orten Zinkgruvan. Vid denna site bedrivs gruvdrift av huvudsakligen zink och bly men även koppar och silver. Zink är en betydelsefull metall vid galvaniseringen (rostskydd). Av den anrikade malmen utgörs ca 80 % av anrikningssand. Ungefär 60 % av anrikningssanden är ett utvinningsavfall som klassas som miljöfarligt avfall och hanteringen är tillståndspliktig. Eftersom det handlar om mycket stora volymer anrikningssand, handlar det om ett omfattande miljöansvar och stora kostnader för gruvbolaget. Utvinningsavfallet pumpas ut i sandmagasinet Enemossen (ca 4 km från gruvan) som utgör siten för demonstratorn.

Aspa Bruk söder om Askersund tillverkar blekt och oblekt sulfatpappersmassa för avsalu till specialpapperstillverkare runt om i världen. Bland restmaterialen faller grönlutslam kontinuerligt i stora volymer vilket gör att brukets deponi för detta material håller på att fyllas upp. En sluttäckning av brukets deponi är ett lagkrav och datum för detta närmar sig. Sluttäckning av deponi är för bruket en kostsam investering man helst vill undvika i närtid.

Vid tillverkning av sulfatmassa bildas grönlut då smältan/askan från förbränningen i sodapannan löses upp i vatten. Vid denna upplösning bildas grönlutslam som en oönskad restprodukt bestående av olösliga sotrester och karbonater. Materialet är buffrande, har en hög vattenhållande förmåga och en låg genomsläpplighet av vatten och syre, vilket gör det eftertraktat som ett tätskikt för t.ex. sluttäckning av deponi eller efterbehandling av gruvavfall.

Econova är ett återvinningsföretag som har sitt fokus i industriella restmaterial från skogsindustrin. Econova har sedan slutet av 1970-talet samarbetat med Holmens pappersbruk utanför Norrköping för att förädla uttjänt cellulosafiber till ett fullgott jordersättningsmaterial i form av fibermull som berikar företagets konsument- och anläggningsjordar runt om i Sverige.

Ecoloop arbetar med konsultverksamhet inom strategisk rådgivning, hållbar utveckling inom samhällsbyggnad och dess försörjningssystem. Företagets strategi är att bidra till utveckling genom att tillhandahålla forsknings- och utvecklingstjänster från initiering/värdering, validering/introduktion till realisering/institutionalisering för att skapa både nytta och lärande. Ecoloop arbetar aktivt med att bidra till att öka TRL-nivån (technology readiness level) mot en färdig produkt hos nya material och konstruktionslösningar och en viktig del i detta är att tydliggöra affären mellan producent och slutanvändare.

Handelshögskolan vid Örebro universitet (ORU) är specialiserade på forskning om den nätverkade ekonomin där industriella nätverk och interaktiva affärsmodeller står i centrum. Forskning bedrivs bland annat vid forskningscentret ORULOG, i forskargruppen INTERORG och i forskargruppen för Hållbart företagande och CSR. Där finns specialiserad forskningskompetens om hållbara affärsmodeller, industriella nätverk, logistik och Supply Chain som utgör baskompetens för att utveckla ny kunskap om cirkulär ekonomi. ORU har varit huvudansvarig sökande och projektledare för projektet.

Alfred Nobel Science Park (ANSP) verkar som en brygga mellan forskning och näringsliv. ANSP medverkade under 2016 i en kartläggning av industriellt restmaterial som utgör förhistoria till detta projekt och har hjälpt till med kommunikation, pressinformation och arrangemang runt projektet. ANSP är placerad på ORU's campus och har en nära koppling till såväl Region Örebro Län och Örebro Kommun.

Del II - TEKNISKA FRÅGOR

I denna del av rapporten redovisas hur de tekniska frågorna hanterats. Detta inbegriper en redovisning av de fältförsök som planerats och genomförts, metoden för dessa samt det kvalitetssäkrings- och kontrollsystem som implementerades och som gjorde att vi upptäckte lakningsproblemen i samband med fältförsöket.

Rapporteringen är indelad i en inledning som beskriver det tekniska problemet med dammbekämpning och det fältförsök som detta föranledde. Efter det kommer ett avsnitt som diskuterar de beslut som fattades i processen och som ledde fram till beslutet att stoppa fältförsöket då problem med lakning upptäcktes.

Dammbekämpning med grönlutslam (GLS)

Zinkgruvan Mining har ett sandmagasin där sand, som är ett restmaterial från gruvbrytningen, läggs upp och vattentäcks. Under somrarna torkar vissa delar av ytan av sandmagasinet ut vilket riskerar att leda till damning som stör närboende. För att undvika damning vattenbegjuter Zinkgruvan ytan. Förslag har getts att grönlutslam (GLS), som är en restprodukt från pappersmassatillverkning, kan användas som täckmaterial för att undvika damning. Detta på grund av grönlutslammets vattenhållande förmåga som gör att det torkar ut mycket långsammare än sanden.

Fältförsök med GLS som täckning av sandmagasin

Syfte och mål med fältförsöket

I projektet planerades ett fältförsök där grönlutslam från Aspa Bruk skulle läggas ut på en mindre yta på Zinkgruvans sandmagasin. Syftet med fältförsöket var att demonstrera både den tekniska metoden 'dammbekämpning med grönlutslam' och den cirkulära affärsmodellen där två företag i en region samarbetar (resultaten av detta beskrivs i Del III). Målet var att svara på följande frågor:

1. Är grönlutslamstäckning en effektiv dammbekämpningsmetod?
2. Hur ska logistik och utläggning lösas?
3. Finns det några miljörisker?
4. Hur ska samarbetet mellan de två industrierna se ut, och hur ska ansvar fördelas?
5. Vad driver kostnader?

Metod

En mängd grönlutslam från Aspa Bruk som lades undan från fallande produktion planerades läggas ut på en yta på Zinkgruvans sandmagasin. Innan dess genomfördes ett antal labbtester som syftade till att beskriva hur vatten kommer att röra sig genom respektive material, samt till att kunna säga något om riskerna för lakning av ämnen från sanden när de båda materialen sätts samman. För att samla in information från försöket planerades ett antal uppföljande provtagningar på lakvatten från sandmagasinet, från ytan av sanden och grönlutslammet samt okulär uppföljning av damning från ytan. Syftet med laboratorieundersökningen var att utvärdera metodens effektivitet samt att värdera miljörisker.

Avbrott av fältförsöket

Laboratorieförsöken indikerade att en blandning de aktuella materialen, grönlutslam och anrikningssand, kan medföra ökad utlakning av arsenik från sanden. Resultatet indikerade därmed att det finns risk för att arsenikens lakegenskaper kan förändras i stor skala.

Fältförsöket avbröts därför i förtid när det visade sig att pH-nivån i det tillgängliga grönlutslammet riskerade att orsaka ökad utlakning av arsenik från sanden i sandmagasinet. Detta var mycket överraskande resultat då tidigare forskning inte indikerat några risker med lakning i samband med användning av grönlutslam för täckning av gruvavfall¹⁰. Nedan följer en kortfattad redogörelse för de olika projektstegen i fältförsöket och de beslut som togs. Ytterligare material och resultat från labbförsök finns i bilagor.

Projektsteg och beslut i fältförsöket

Inledande möten hos Zinkgruvan Mining respektive Aspa Bruk

Delar av projektgruppen möttes under november 2017 hos Zinkgruvan Mining respektive Aspa Bruk för att ge projektdeltagarna möjlighet att lära känna varandra, samt fånga upp viktiga frågeställningar för fältförsökets genomförande. Under mötet hos Zinkgruvan togs risken för zinkutlakning från sandmagasinet på grund av utläggningen av grönlutslams upp, och möjliga utläggningsmetoder för grönlutslam på sandmagasinet diskuterades eftersom körbarheten på magasinet är begränsad. Zinkgruvan tog upp vikten av att kunna testa utläggning i mindre skala först och att kunna ta bort grönlutslammet ifall metoden visar sig ha negativa effekter på lakvattenkvaliteten.

Förberedande arbeten projektgruppen

Som underlag till planeringen och genomförande av fältförsöket samt till en eventuell miljötillståndsansökan togs en arbetsmomentslista fram, en lista på projektrisker samt en labbplan för provtagning av grönlutslam från Aspa Bruk och sand från Zinkgruvan.

Laboratorieförsök grönlutslam och sandmaterial

Från december 2017 till mars 2018 utfördes labbtester på materialen. De tester som utfördes på grönlutslammet var konsistensgränser, vattenhållningstal, skrymdensitet, partikeldensitet, permeabilitet, pH samt elektrokonduktivitet. På sanden utfördes tester för vattenkvot och vattenhållningstal, hydraulisk konduktivitet och kapillaritet, densitet, kornstorlekssammansättning, pH samt elektrokonduktivitet.

Resultaten visade att Aspa Bruks grönlutslam har de vattenhållande egenskaper som behövs för dammbekämpning, men det visade sig också att grönlutslammet har mycket högre pH än sanden.

Planeringsmöte fältförsök hos Zinkgruvan 15 februari

Till detta möte var labbresultaten kring vattenhållningsegenskaper hos grönlutslammet klara, men ännu ej pH- och elektrokonduktivetsmätningarna.

¹⁰ Mäkitalo, M., Maurice, C., Jia, Y., & Öhlander, B. (2014). Characterization of green liquor dregs, potentially useful for prevention of the formation of acid rock drainage. *Minerals*, 4(2), 330-344.

Under mötet diskuterades planeringen för fältförsöket. Zinkgruvan hade valt en yta för fältförsöket och föreslog utläggning med grävmaskin med lång arm, som fanns på plats. De olika arbetsmomenten i fältförsöket och ansvarsfördelning för dem diskuterades.

Beslut:

- Kontakt med länsstyrelsen och förberedelse av miljöanmälan görs av Zinkgruvan.
- Innan det stora fältförsöket görs ett mindre för-försök med en skopa grönlutslam med uppföljning av lakvattnet, för att undvika oönskade miljöeffekter av det större fältförsöket.
- Econova kontaktar åkeriet för planering av transport av grönlutslam för såväl fältförsöket som det mindre för-försöket.

Projektmöte i Askersund 10 april

Praktiska detaljer kring fältförsöket diskuterades, såsom provtagning efter utläggning. Fältförsöksytan var nu bestämd och mellanlager och transport förberett. Undanlagt grönlutslam fanns färdigt för transport på Aspa Bruk. Ägandeskapsfrågan för utlagt grönlutslam togs upp. Kontakten med Länsstyrelsen var inledd, de hade efterfrågat en provtagningsplan för fältförsöket.

Till detta möte var labbresultaten klara och presenterades i sin helhet, med slutsatser enligt ovan. Labbresultaten diskuterades av Zinkgruvan och Ecoloop och man beslöt att göra ett enkelt så kallat skaktest för att utreda grönlutslammets pH-halts inverkan på metallakningen från sanden.

Beslut:

- Verifiera grönlutslammets lakningsegenskaper med avseende på innan fullskalig användning.
- Inleda för-fältförsök med mindre mängd grönlutslam.

För-försök Zinkgruvan

Innan storskalig utläggning i fältförsök bestämdes att en mindre mängd grönlutslam (så mycket som får plats i en grävmaskins skopa) skulle testas på fältytan. Zinkgruvan installerade en lysimeter som kan fånga upp vatten som lakats genom sanden för flödesmätning och lakvattenprovtagning. I slutet av maj inleddes för-försöket. Grönlutslammet begjöts med vatten som planerades att samlas upp i lysimetern för att dess metallhalt skulle kunna analyseras.

"Skaktest" – verifiering av grönlutslammets lakningsegenskaper

Det finns ingen standardmetod för att studera hur ett material påverkar lakningen av metaller från ett annat material. Det beslöts därför att göra ett enkelt så kallat "skaktest" där lakvatten från grönlutslam användes som lakvätska för att undersöka om sandens lakningsegenskaper skulle förändras jämfört med lakning av sanden med destillerat vatten. I två serier lakades sanden i ett skaktest, i det ena fallet med lakvatten från grönlutslam och i det andra fallet med destillerat vatten. Skaktestet överdrev mängdförhållandena mellan grönlutslam (lakvatten från grönlutslam) och sand jämfört med fältförhållandet och försöket överskattar den verkliga lakningsrisken. Lakningsresultaten bör ses som en indikator, dvs om det finns risk för utlakning av ett ämne så fångar försöket upp detta.

Skakförsöket visade intressant nog att mängden utlakad zink var lägre med lakvatten från grönlutslam än med destillerat vatten. Däremot, och helt oväntat, visade testet en förhöjd arsenikutlakning i proverna med sand som lakades med lakvatten från grönlutslam. Denna

orsakas troligen av grönlutslammets höga pH. Anrikningssanden som användes i försöket hade hög arsenikhalt.

Beslut om att stoppa fältförsöket

Baserat på resultaten från skaktestet tog Zinkgruvans miljöansvarige Björn Johansson den 1 juni 2018 beslutet att stoppa för-försöket och att inte påbörja fältförsöket. Hans slutsats var att det behövs mer information om hur arsenik uppträder vid olika förhållanden i sandmagasinet innan försöket kan gå vidare. Framtida risker med arsenikutlakning från sandmagasinet bedömdes av Zinkgruvan som för stora för att gå vidare med projektet. Projektparterna respekterar och står bakom beslutet. Projektets tidsram gör att inget fältförsök med andra material kommer hinna utföras i Minepap.

Beslut:

- Zinkgruvan stoppar för-försöket (ZG), prov-volymer med grönlutslam återförs till Aspa Bruk.
- Projektledningen kommer inte inom ramen för Minepap att gå vidare med fältförsöket.

Del III – AFFÄRSMODELLER OCH VÄRDESKAPANDE

Här rapporteras den del av projektet som handlar om att utveckla en cirkulär affärsmodell och hur värde kan förstås i en sådan modell. Detta arbete baseras dels på resultaten från de tekniska delarna av projektet och de resultat som fältförsöket genererade, dels på litteraturstudier av vad som tidigare forskats fram inom området.

Rapporteringen inleds med en diskussion av affärsmodell-begreppet och hur värdeekvationer kan användas för att förstå hur en affärsmodell fungerar samt hur dessa förhåller sig till komplexa värdekontexter, olika typer av värden och en cirkulär ekonomi. Del III avslutas sedan med en diskussion om problem och utmaningar ned att utveckla cirkulära affärsmodeller.

Affärsmodell-begreppet

I forskningslitteraturen om affärsmodeller saknas det en enda gemensam definition av begreppet. Även om man inte är helt överens om en enda definition så har de flesta definitioner en gemensam utgångspunkt i ett antagande om att affärsmodellen specificerar ett företags värdeskapande och värdefångst¹¹ (Chesbrough, 2010; Chesbrough & Rosenbloom, 2002; Osterwalder, Pigneur, & Tucci, 2005; Teece, 2010; Zott & Amit, 2010). Teece (2010) uttrycker det som att en affärsmodell är en allmän begreppsmässig beskrivning av hur en organisation skapar värde åt sina kunder och skapar inkomster utifrån det¹².

Affärsmodellens främsta funktion är således att precisera företagets gränsyta gentemot dess affärskontext. Annorlunda uttryckt handlar det om hur företagets interna delar kopplar an till dess externa omgivning: "A business model reflects the operational and output system of a company, and as such captures the way the firm functions and creates value." (Gambardella & McGahan, 2010: 274¹³) (emfas i original). Sorescu et al. (2011: 5) beskriver en affärsmodell på följande sätt:

"[...] the business model plays a key role in placing the ("internal") organizational system of interdependent activities in a network of ("external") partners, suppliers and customer group(s) that is distinctive to the firm's value proposition to customers¹⁴."

Begreppet affärsmodell preciserar alltså hur ett företag genererar värde och hur det fångar in och omfördelar en del av detta värde i form av egna inkomster genom att relatera till en affärskontext med andra parter, såsom kunder, leverantörer och andra viktiga aktörer.

Skapa värde – vad betyder det?

Att skapa värde i en affärskontext som är vad affärsmodellen preciserar innebär alltid per definition att en given organisation relaterar till minst en – ofta flera – andra organisationer i dess omgivning. Det är vad Sorescus et al.'s (2011) beskrivning ovan av en affärsmodell ger vid handen.

Ett sätt att formulera detta värdeskapande är i termer av värdeekvationer (Blois, 2003; Day, 1999)¹⁵. En värdeekvation utgår ifrån en dyad – dvs. ett par med två aktörer som har

¹¹ Chesbrough, H. (2010). Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, 43(2–3), 354–363. Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. S. (2002). The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation: Evidence from Xerox Corporation's Technology Spin-Off Companies. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), 529–555. Osterwalder, A, Pigneur, Y, & Tucci, C. L. (2005). Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. *Communications of the Association for Information Systems*, 16, 1–25. Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194. Zott, C., & Amit, R. (2010). Business Model Design: An Activity System Perspective. *Long Range Planning*, 43(2–3), 216–226.

¹² Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194.

¹³ Gambardella, A., & McGahan, A. M. (2010). Business-model innovation: General purpose technologies and their implications for industry structure. *Long Range Planning*, 43(2–3), 262–271.

¹⁴ Sorescu, A., Frambach, R. T., Singh, J., Rangaswamy, A., & Bridges, C. (2011). Innovations in Retail Business Models. *Journal of Retailing*, 87(S3–S16).

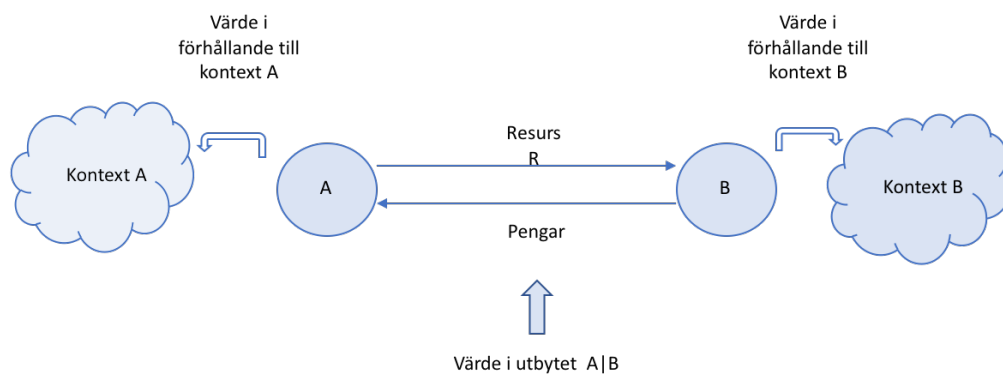
¹⁵ Blois, K. (2003). Using Value Equations to Analyse Exchanges. *Marketing Intelligence & Planning*, 21(1), 16–22. Day, G. S. (1999). *Market Driven Strategy*. New York: The Free Press.

ekonomiska utbyten med varandra – t.ex. köper och säljer saker. En värdeekvation preciserar värdet för respektive aktör som skillnaden mellan nyttan (engelska; *benefit*) av utbytet för respektive aktör och den totala uppoffringen (engelska; *sacrifice*) som utbytet medför. Värdet (engelska; *value*) kan således definieras som:

$$V = B - S$$

Där V står för 'value' (värde), B för 'benefit' (nytta) och S för 'sacrifice' (uppoffring). För att ett ekonomiskt utbyte skall uppstå eller utföras så är alltid value (V) positiv för båda parterna¹⁶, dvs. för såväl köpare som säljare av en resurs eller tjänst. Även om värdeekvationen uttrycker en likhet (utbytesvärdet) så är det en olikhet som gör utbyten och skapandet av ekonomiska värden möjligt. Olikheten består i att värderingen av det som utbyts (användningsvärdet) är olika hos respektive part eftersom värdet av en specifik resurs eller tjänst är olika i förhållande till olika användning och olika applicerings-kontexter¹⁷.

Dessa olikheter är fundamentala för våra ekonomier och det som gör att utbyten kommer till stånd – man kan gå så långt som att säga att de *de facto* definierar en ekonomi. Figur 3 illustrerar detta principiella förhållande.



Figur 3. En dyad, ett utbyte av en resurs och två olika utbyteskontexter

Priset (dvs. summan pengar som någon betalar för en resurs) för det som utbyts utgör själva gränsytan mellan de två parternas värderingssystem, eller värderingskontexter och utgör således den minsta gemensamma nämnaren för ett ekonomiskt utbyte. Det är det som kallas för "värde i utbytet A|B" i figur 3. Detta värde kallas i litteraturen också för utbytesvärde (exchange value), medan värdet i förhållande till en kontext kallas för användningsvärde (use value). Men priset eller utbytesvärdet är av mindre intresse för tillfället. Det som är intressant är hur de respektive användningsvärdena och värdeekvationerna för de två parterna A och B ser ut och *hur de förhåller sig till varandra*.

För part A ser den ut så här:

¹⁶ Alderson, W., & Martin, M. W. (1965). Toward a Formal Theory of Transactions and Transvections. *Journal of Marketing Research*, 2(2), 117-127.

¹⁷ Håkansson, H., & Prenkert, F. (2004). Exploring the Exchange Concept in Marketing. In H. Håkansson, D. Harrison, & A. Waluszewski (Eds.), *Rethinking Marketing: Developing a New Understanding of Markets* (pp. 75-97). Chichester: John Wiley & Sons.

$$V_A = B_A - S_A$$

där såväl nyttan (B_A) som uppoffringen (S_A) definieras i förhållande till resursen R's funktion eller effekt i *kontexten A*.

För part B ser värdeekvationen ut så här:

$$V_B = B_B - S_B$$

där, på samma sätt som ovan, såväl nyttan (B_B) som uppoffringen (S_B) definieras i förhållande till resursen R's funktion eller effekt i *kontexten B*. Det värdeekvationen säger är att nyttan måste överstiga uppoffringen för att värdet skall vara positivt för respektive part i utbytet. *Men detta betyder inte att värdet är detsamma för de två parterna*. Tvärt om – för att ett utbyte skall ske *måste värdet vara olika för de två*. Hur de två värdeekvationerna förhåller sig till varandra visas nedan.

$$V_A \neq V_B$$

dvs.,

$$B_A - S_A \neq B_B - S_B$$

Denna olikhet i värdering av den resurs (R) som utbyts (dvs skillnaden i användningsvärde) är drivkraften i alla ekonomier. En affärsmodell beskriver hur ett givet företag exploaterar denna skillnad och fångar in de värden som finns i potentiella skillnader i ett givet resurssammanhang och hur man skapar inkomster från utbyten av resurser med andra aktörer i detta sammanhang.

En affärsmodell relaterar dock inte enbart till en enda dyad och en enskild värdeskapande process, utan till en hel mängd dyader med olika kunder, leverantörer och andra affärspartners i ett affärssammanhang. Att utveckla en affärsmodell handlar om att förstå och förändra hur ett givet utbyte mellan två parter förhåller sig till andra utbyten mellan respektive part och andra aktörer i denna kontext. Vi återkommer till detta nedan. Här ska vi först konstatera att detta kan göras genom att förändra värdeekvationen på två sätt – dels på den positiva sidan, delas på den negativa sidan.

Värdeekvationen – den positiva och den negativa sidan

Som visats ovan innebär värdeskapande att relatera nyttor till uppoffringar. En värdeekvation har alltså två sidor – den positiva sidan som handlar om skapandet av nyttor och den negativa som handlar om uppoffringar. Detta är av central betydelse för att förstå affärsmodeller i cirkulära ekonomier då en cirkulär ekonomi sannolikt betonar båda sidor lika mycket, eller kanske tom. den negativa sidan i högre grad än den positiva sidan till skillnad från de traditionella affärsmodellerna som ofta betonar den positiva sidan av en värdeekvation – dvs. hur värde skapas i termer av nyttor snarare än i termer av minskade uppoffringar.

I en värdeekvation kan värde skapas på principiellt två olika sätt. Dels genom att *öka nyttan* i utbytet – den positiva sidan, dels genom att *minska uppoffringen* – den negativa

sidan. Detta ger upphov till tre varianter av affärsmode­llutveckling som visas i Tabell 2. I den första varianten handlar det om att öka värdeskapandet genom att öka nyttorna i ett utbyte. Detta är ett vanligt fokus i traditionell affärsutveckling där man strävar efter att utveckla erbjudandet mot kund eller förbättra den tjänst som levereras till mottagaren. Ofta fokuserar man på produktkaraktäristika och eller tjänster kopplade till dessa. Lanseringen av en ny iPhone-modell kan tjäna som exempel på sådan utveckling av värde i en utbytesrelation. Kunden får en bättre och tekniskt mer avancerad produkt (förhoppningsvis) men uppoffringen är densamma som tidigare eller högre än tidigare i termer av att priset för produkten tenderar att vara högre för den nya uppdaterade produkten. Men om kunden i relation till sin värdekontext upplever det vara ”värt det” så köper man den trots det.

Tabell 2. Tre varianter av affärsmode­llutveckling

<i>Variant</i>	<i>Fokus</i>	<i>Värdeekvation</i>	<i>Affärsmode­llutveckling</i>
1	Fokus på den positiva sidan	$V = B - S$ + +	Traditionella affärsmode­ller
2	Fokus på den negativa sidan	$V = B - S$ + -	Cirkulära affärsmode­ller
Kombination av 1 och 2	Fokus på både den positiva och negativa sidan samtidigt	$V = B - S$ + + -	Både cirkulära och traditionella affärsmode­ller

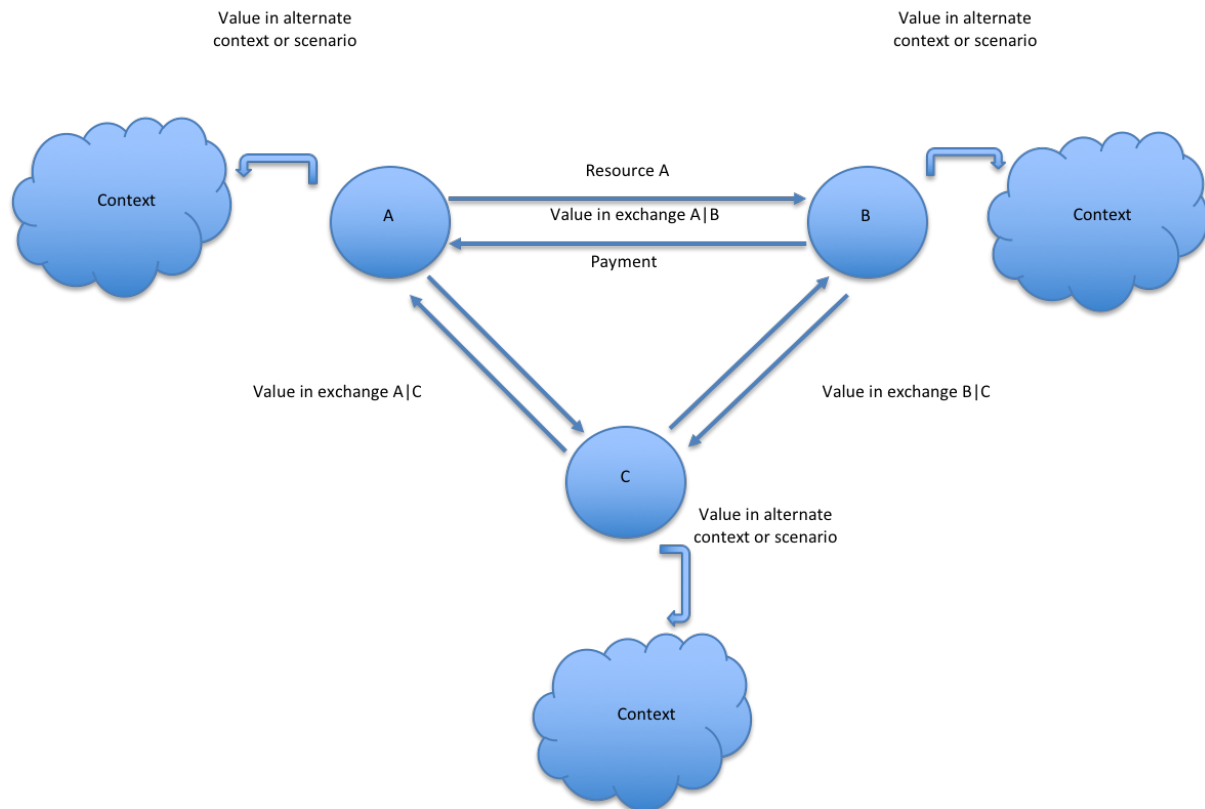
I den andra varianten handlar det om att minska uppoffringen hos mottagaren av resursen i fråga. Nyttan med resursen kanske är precis lika stor som tidigare men kundens uppoffring för att erhålla resursen minskar. Ett exempel kan vara en underleverantör som genom att digitalisera relationen till en kund kan effektivisera denne kunds inköpsrutiner så att beställningar av exempelvis bulkvaror i tillverkningsprocesser kan ske automatiskt. På detta sätt kan leverantören hjälpa kunden att minska inköpskostnaderna – dvs. minska uppoffringen för att erhålla resursen i fråga. Detta är mycket vanligt på industriella marknader och industriella inköp.

I den tredje varianten slutligen kombineras båda varianterna. En komponent i en tillverkningsprocess kan exempelvis anpassas så att den bättre passar kundens specifika användning vilket dels ökar nyttan med komponenten, samtidigt som man effektiviserar leveranssystemet med automatiska behovsstyrda leveranser genom digitalisering. På detta sätt kan man erhålla en kombinerad effekt genom att både öka nyttan och minska kundens uppoffring för att erhålla resursen i fråga.

Komplexa värderelationer och nätverk

Om en resurs har ett värde är en fråga om *vem* som gör bedömningen och *i förhållande till vad*. Vi skall här diskutera vem som gör bedömningen och i nästa sektion diskutera i förhållande till vad bedömningen görs. I affärmodellsammanhang är svaret på *vem* som gör bedömningen ofta ett fokalt företag eller den organisation som råkar vara i fokus för en analys eller som äger ett problem. Men det räcker inte att ta in enbart *en* organisation för att förstå hur värde skapas. Som vi sett ovan så måste **all affärsmode­llanalys ta minst två organisationer och dess gemensamma värdeskapande och deras respektive olika värdeekvationer i beaktande**. Inte nog med detta. I de flesta fall måste man ta in ännu fler

aktörer i ett värdesammanhang eftersom de resurser som utbyts ofta ingår i värdekedjor eller nätverk av värdeskapande där många olika företag bidrar med specifika komponenter till värdeskapandet. Detta ger upphov till komplexa värderelationer och värdenätverk vilket ligustrars i figur 4.



Figur 4. Ett värdesystem med tre parter och dess värdeskapande

Figur 4 bygger på den tidigare figur x som visar på en dyad och det värdeskapandekontexter som relaterar till densamma. Här har bilden utökats med en tredje part. Det betyder att det inte bara finns två värdeekvationer utan fyra som alla måste matchas och fungera i ett system av värdeskapande. Om så inte är fallet så kommer utbytena efter hand att ebba ut och så småningom upphöra. Då har man inga affärsrelationer med varandra längre. Det kan noteras att man mycket väl fortfarande kan ha andra typer av relationer – ex. mellan moder- och dotterbolag, dvs. genom ägarskap, men man har inga affärer ihop.

Alla utvecklade ekonomier består av komplexa nätverk och utbytessystem – så också cirkulära ekonomier. Detta gör det extra utmanande att utveckla nya affärsmodeller som skall tappa av potentialer i utvecklade värdeekvationer mellan ett flertal olika aktörer samtidigt. Ofta finns ett motstånd mot att förändra de redan etablerade värdesystemen eftersom det alltid medför risker att ändra dessa – risker som kan vara mycket svåra att både bedöma och hantera på ett effektivt sätt.

Det är bland annat detta som gör att behovet av att isolera vissa värdekontexter till enbart ett eller kanske ett fåtal utbytesrelationer i utvecklingen av affärsmodeller för en cirkulär ekonomi blir så viktigt, som vi noterade tidigare,

Hårda och mjuka värden

Av det som diskuterats ovan torde det framgått att värde är något subjektivt. Det är också uppenbart att värde är något kontextuellt. Det relaterar till ett givet värdesystem som diskuterats i föregående avsnitt. I en sådan kontext kan det vara fruktbart att diskutera i termer av såväl 'hårda' som 'mjuka' värden.

Hårda värden är värden som enkelt kan mätas och omvandlas i monetära termer. Det kan handla om priser, besparingar, minskningar av volymer, öknings av volymer (om det handlar om output ur en tillverkningsprocess), om förbrukningar etc. Dessa är ofta förhållandevis enkla att kvantifiera även om de kan vara mycket svåra att identifiera i vissa fall.

Mjuka värden är värden som inte kan kvantifieras eller som medför betydande svårigheter att kvantifiera och omvandla till monetära termer. Det kan bero på mätproblematik eller på att vissa saker betraktas som värdefulla, inte bara ur ett ekonomiskt realresurs-perspektiv utan också eller enbart ur ett symboliskt idealresurs-perspektiv. Mjuka värden spelar in i en cirkulär ekonomi då det ofta länkar till etiska och ideologiska överväganden. En organisation kan exempelvis se det som sin moraliska skyldighet att efterbehandla ett avfall som är en bieffekt av en produktionsprocess. Detta företag kan då identifiera en rad mjuka värden i en affärsmodell som bidrar till att hantera denna efterbehandling på ett effektivt sätt. Det kan få till följd att man är beredd att betala ett högre pris för detta än om man inte sett dessa etiska värden.

Vidare kan det vara med omtanke om det egna varumärket och dess värde eller om organisationens image som man engagerar sig i cirkulära resursflöden. Sådana mjuka värden kan möjliggöra nya typer av affärsmodeller kopplade till cirkulära resursflöden som man sällan ser i mer traditionella linjära ekonomier.

I fallet med Zinkgruvan och Aspa Bruk såg bolagen olika värden med den cirkulära lösningen och samarbetet. Zinkgruvan hade redan andra möjliga lösningar på sitt problem med damning som stör närboende, men såg ett reellt värde i det faktum att detta skulle kunna vara en *lokal* lösning som inte medförde längre transporter eller inblandning av aktörer på längre avstånd från Enemossen. Men främst såg man till de mjuka värden som den cirkulära lösningen och samarbetet med Aspa Bruk kunde bidra med. Dessa handlade primärt om att vårda det egna varumärket och omtanke om organisationens image.

"Det här är en väldigt liten sak för oss. Det är mer miljöaspekten vi ville rida på här och kunna använda i vår imageuppbyggnad. Vi jobbar själva just nu med andra lösningar, det finns alternativa metoder att använda."

Miljöingenjör, Zinkgruvan

Aspa Bruk stod och står fortfarande inför en situation där de behöver hitta en lösning för sitt grönlutslam och incitament för dem till den cirkulära lösningen var främst att åstadkomma ett hårt, dvs. monetärt värde genom att reducera kostnader för att lagra sin restprodukt grönlutslam. Om grönlutslammet kunde användas som täckmaterial för att undvika damning hos Zinkgruvan, skulle grönlutslammet komma till användning och inte behöva lagras på Aspa Bruks område, vilket skulle leda till reducerade kostnader för Aspa Bruk.

”Nu får vi fortsätta att fundera på vad vi ska göra med grönlustslammet. Vi måste hitta en lösning inom de närmaste åren. Det går att bygga en ny deponi, men det är inte helt lätt och kostar. Vår gamla deponi räcker som det ser ut nu tre till fyra år framåt. Det blir mer fördelaktigt ekonomiskt om någon kan använda grönlustslammet.”

Miljöchef Aspa Bruk

”Cirkulära” affärsmodeller

För att utnyttja potentialen i CE måste företag omforma sina affärsmodeller för att bättre passa den bärande cirkulära tanken. Traditionella affärsmodeller baserade på en linjär ekonomi kommer till korta och kan inte fånga in de ekonomiska potentialer som kan finnas i ett cirkulärt resursflöde, framförallt pga. de oftast fokuserar på värdeekvationernas positiva sida. Givet en cirkulär resurslösning så visar resultaten från detta projekt att affärsmodeller kan utvecklas som tillvaratar den affärsmässiga potentialen i det cirkulära resursflödet, men att det oftare innebär ett fokus på värdeekvationens negativa sida. Utmaningen är att matcha två parter i ett sådant flöde i en affärsmodell som utnyttjar potentialen i värdeekvationens negativa sida – dvs. som reducerar kostnader (nutida eller framtida) snarare än genererar intäkter i form av omedelbara nyttor.

Cirkulära affärsmodeller är genuint nätverkade. Detta eftersom cirkulära resursflöden oftast inte kan identifieras mellan enbart två eller tre parter. Ofta krävs ett större antal parter för att så att säga kunna sluta cirkeln i ett resursflöde. Det betyder att cirkulära resursflöden regelmässigt uppstår eller endast kan identifieras eller spåras i komplexa nätverkssammanhang och i värdesystem som innehåller ett flertal aktörer. Detta nedför en ökad komplexitet när det kommer till utvecklandet av affärsmodeller kopplade till cirkulära resursflöden. Sådana affärsmodeller tenderar att bli mer komplicerade och innehålla fler dimensioner än traditionella affärsmodeller som bygger på ett linjärt resursflöde i en linjär värdekedja.

När det gäller förekomsten av fler dimensioner i de cirkulära affärsmodellerna så är den mjuka eller icke-fysiska/symboliska dimensionen av särskild betydelse. Cirkulära affärsmodeller bygger ofta på mjuka värden som tillsammans med hårda värden möjliggör ett bestående och motståndskraftigt cirkulärt resursflöde. Att kombinera mjuka symboliska värden med hårda värden innebär en extra utmaning eftersom dessa värden då inkluderas i respektive aktörs värdeekvationer vilket påverkar utformningen av affärsmodellen. Erfarenheterna från detta projekt pekar på vilka utmaningar detta medför men också på den potential som finns inbyggd i detta.

Problem och utmaningar med att utveckla cirkulära affärsmodeller - erfarenheter från projektets deltagare

I avsnitten ovan har vi identifierat tre utmaningar med att utveckla cirkulära affärsmodeller som grundar sig i det faktum att vi strävar bort från en linjär ekonomi mot en mer cirkulär ekonomi. Detta medför en mer komplex nätverkad struktur som skapar ökad komplexitet, fokuserar på värdeekvationens negativa sida och kombinerar hårda reella värden med mjuka symboliska värden. Dessa slutsatser kan dras enbart genom en diskussion av de konsekvenser som övergången från en linjär ekonomi till en cirkulär ekonomi har på företagens affärsmodeller och värdeskapande.

Nedan redovisar vi de slutsatser vi kan dra från det empiriska arbetet med de deltagande företagen som ett komplement till de ovan redovisade teoretiskt drivna slutsatserna. Dessa sammanfaller delvis med de ovan diskuterade utmaningarna men ger en mer konkret bild av vad utmaningarna består av för - i detta fall - Aspa Bruk och Zinkgruvan.

Utmaning 1: Identifiera värdeskapande både på den positiva och negativa sidan av värdeekvationen.

Både Aspa Bruk och Zinkgruvan har haft tankar om värdeskapande som just den här cirkulära lösningen skulle kunna bidra till, vilket har fungerat som incitament för deras deltagande i projektet. En utmaning ligger dock i att identifiera värdeskapandet för respektive bolag. Det är förhållandevis svårt att hitta systematiska och strukturerade sätt att identifiera värdet för det egna bolaget. Den modell och systematik med värdeekvationer som föreslås och används i denna rapport kan hjälpa till med viss struktur, men själva substansen, dvs. hur värden skapas för respektive bolag är så pass kontextuellt beroende att det måste identifieras från gång till gång. Men en systematik som den presenterad här kan vara till hjälp i det arbetet.

För Zinkgruvans del så har man identifierat mjuka värden både på den positiva och negativa sidan av värdeekvationen. Genom att delta i projektet har Zinkgruvan velat bidra positivt till sin image och sitt varumärke. Zinkgruvan har också identifierat möjliga framtida kostnader som man ville reducera med sitt deltagande i projektet. Det fanns en risk att personer boende i närområdet skulle kunna bli upprörda och eventuellt polisanmäla bolaget och/eller överklaga aktiviteter i samband med damning, vilket skulle kunna medföra framtida kostnader för bolaget. De såg således ett värde i att komma till rätta med damningen för att undvika framtida kostnader i samband med polisanmälningar och överklaganden från det lokala samhället. De här värdena är dock svåra att omvandla till monetära termer. Hur stort är exempelvis värdet av att det omgivande samhället inte klagar på företaget att det dammar blåsiga dagar, utan istället ser det som ett ansvarstagande bolag?

Aspa Bruks främsta incitament till att delta i projektet och deras identifierade värde finns på den negativa sidan av värdeekvationen. För Aspa Bruk handlar det om att undvika framtida kostnader för att hantera deponi av grönlutslam. Även om deponin för närvarande är avgiftsfri så medför lagringen andra typer av kostnader och i framtiden kan deponiskatt på GLS komma att införas vilket utgör en framtida osäkerhet och risk som spelar in i övervägandena för Aspa Bruk. Det fanns i nuläget inga pengar att tjäna på att Zinkgruvan använde grönlutslammet som täckmaterial för att undvika damning och man hade svårt att identifiera värdeskapande på den positiva sidan av värdeekvationen. Det var t o m så att man var villig att betala för logistikkostnader som uppstod i samband med transport av grönlutslammet från Aspa Bruk till Zinkgruvan. När det gällde värdet att undvika framtida kostnader för hantering av grönlutslam fanns möjlighet att omvandla det värdet till monetära termer då man hade uppgifter över kostnader för deponi, som nämnts ovan. Att sätta tydliga monetära termer på värdet var dock inget man hade gjort och något man såg som tämligen svårt och komplicerat.

Här finns en utmaning för företag och organisationer i en cirkulär ekonomi. Det krävs tid och kunskap för att kunna identifiera värdeskapande både på den positiva och negativa sidan av värdeekvationen och att kunna omvandla de identifierade värdena till monetära termer.

Utmaning 2: Matcha värdeskapande både på den positiva och den negativa sidan av värdeekvationen

I det här projektet fanns en möjlighet att kunna matcha de båda bolagens värdeskapande på framförallt den *negativa sidan* av värdeekvationen. Båda bolagen kunde identifiera sådant värdeskapande, det vill säga möjligheten att reducera framtida kostnader genom den cirkulära lösningen att använda grönlutslam som täckmaterial för att undvika damning. För Zinkgruvan fanns risken att personer boende i närområdet skulle bli upprörda och eventuellt polisanmäla bolaget och eller överklaga aktiviteter i samband med damning samtidigt som Aspa Bruk stod inför framtida kostnader för att lagra grönlutslam. Om grönlutslammet hade kunna användas som täckmaterial för att undvika damning, hade både Zinkgruvan och Aspa Bruk kunnat undvika möjliga och faktiska framtida kostnader för damning respektive lagring av grönlutslam.

Utmaning 3: Förankra arbetet med affärmodellutveckling internt i organisationerna

Att förstå och kunna identifiera värdeskapandet både på den positiva och negativa sidan av värdeekvationen samt omvandla dessa värden i monetära termer underlättar förankringen av arbetet internt i organisationen. Det kan vara svårt att argumentera för en cirkulär lösning/affärsmodell internt i bolaget när de identifierade värdena är 1) oklara/luddiga, 2) enbart värdeskapande på den ena sidan av värdeekvationen och 3) när de värden som har identifierats inte har omvandlats till monetära termer. I alla dessa fall kan den struktur och analys som gjorts här användas för att precisera vilka värdena är, hur de skapas (på den positiva eller negativa eller båda sidorna av värdeekvationen) och hur man kan omvandla dessa till monetära flöden.

Del IV – Slutsatser och diskussion

I denna avslutande del av rapporten redovisas de slutsatser och lärdomar vi gjort utifrån resultaten av de tekniska delarna med fältförsöket och analysen av hur cirkulära affärsmodeller kan utvecklas.

Lärdomar från fältförsöket

Cirkulära affärsmodeller kommer många gånger innebära uppvärdering av restmaterial genom olika innovationer. När ett material används i en ny tillämpning kan oväntade effekter uppstå och det hände i det här projektet. Egenskaperna hos det aktuella grönlutslammet leder till ökad arsenikutlakning från sandmaterialet.

Det var projektets kontrollprogram som uppmärksammade deltagarna på problemet. En viktig lärdom från projektet att förmedla till andra innovationsprojekt med material i nya användningsområden är hur viktigt det är att ha överblick på hela systemet och därefter utforma laboratorie- och kontrollprogram samt att ha en aktiv och tät kommunikation mellan projektparterna så att potentiella problem kan upptäckas och adresseras tidigt. En god förståelse för varandras situation är viktig och de inledande mötena i projektet, som gjordes flera månader innan fältförsöket skulle sätta igång, var en nyckel till detta.

En annan viktig lärdom är att när man uppvärderar ett restmaterial till biprodukt kan man behöva förändra dess egenskaper. I det här fallet hade Aspa Bruk god kontroll på sitt grönlutslam, och det var en oväntad effekt att dess pH-halt skulle orsaka arsenikutlakning. I dagsläget finns det inslag av kalkgrus i det grönlutsslamm som produceras på Aspa Bruk. En möjlig väg framåt skulle kunna vara att förändra pH-halten i grönlutslammet genom en förändrad hantering av det. Detta kräver att grönlutslammet verkligen hanteras som en biprodukt och att man är beredd att göra insatser och investeringar för att det ska hålla en specifierad och jämn kvalitet.

Implikationer för framtida försök

Projektledningen har funderat i termer av alternativa restmaterial (organiska) som tänkbara ersättare till grönlutslam. Ersättningsmaterialet kommer att kräva ett liknande kontrollprogram för att säkerställa hur dessa material reagerar med sanden. Detta ryms inte inom projektets tidsram och budget, men kunde bli en fråga för framtida projekt. pH-nivån i det använda grönlutslammet är ovanligt hög jämfört med grönlutslam från andra massaindustrier. En annan framtida möjlighet är att kontrollera de ingående materialströmmarna i grönlutslammet så att pH-nivån sänks.

En cirkulär affärsmodells principiella karaktär och potential för en cirkulär ekonomi

Värdeskapande handlar inte bara om att öka intäkter på den positiva sida av en värdeekvation utan också om att minska kostnader på den negativa sidan. Detta är centralt för affärsmodeller i en cirkulär ekonomi. Detta projekt visar också på de problem och utmaningar som detta medför.

Ett syfte med projektet var att kartlägga och identifiera den huvudsakliga karaktärstiken i hållbara affärsmodeller i en cirkulär ekonomi. En sådan karaktärstik tar sin utgångspunkt i värdeekvationens negativa sida. Cirkulära affärsmodeller karaktäriseras av att de oftare har lika mycket fokus – eller mer – på värdeekvationens negativa sida som på dess positiva sida, medan traditionella affärsmodeller oftare fokuserar på den positiva sidan.

Fokus ligger således ofta på den negativa sidan av värdeekvationen – dvs. snarare på att reducera kostnader än att öka intäkter. Varaktig ekonomisk nytta får vi först då vi kan kombinera de positiva och negativa sidorna av värdeekvationer mellan en större mängd

parter i en cirkulär ekonomi. Detta är en av de större utmaningarna för att utveckla en cirkulär ekonomi.

Vidare varierar bevekelsegrunderna till *varför* olika aktörer vill utveckla sina affärsmodeller mot mer cirkulära flöden. Det är naturligtvis ofta så att man vill försöka exploatera restflöden och överskottsresurser för att försöka tjäna pengar på material och resurser som blir över i en kärnprocess av något slag. Men bara det faktum att dessa resurser är ett *utskott från en annan kärnprocess* gör det hela svårare eftersom man inte vill åsamka verksamheten alltför stora kostnader i samband med exploaterande av överskottsresurserna. Återigen handlar det om värdeekvationen och hur de totala nyttorna bedöms i förhållande till de totala uppoffringarna. Det handlar således om kontexterna.

Eftersom överskottsmaterial inte har ett värde i företagets ordinarie kontext så måste man hitta en *alternativ kontext* där de kan ha ett värde – detta utforskande får i sig inte kosta för mycket och inte riskera att påverka den ordinarie värdekontexten negativt. Här handlar det ofta om att buffra och avgränsa olika kontexter från varandra så att inte risker ”smittas” mellan dessa.

I en sådan process där en aktör söker sig fram till en alternativ kontext för en överskottsresurs handlar det således om att dels identifiera denna kontext genom att precisera de värdeekvationer som relaterar till den. Men det handlar också om att isolera denna kontext på så sätt att risker inte kan spridas till den ordinarie verksamheten och affärskontexten. I detta sammanhang blir de hårda och mjuka värdena sammankopplade.

I detta projekt finns ett tydligt exempel på just detta. Zinkgruvans motiv till att vara med handlar mer om image och etik än om en faktiskt teknisk-ekonomisk nytta. Detta får till följd att om exempelvis tekniska problem uppstår som riskerar slå hårt mot denna mjuka sida – som ex. ge dem ett dåligt rykte lokalt eller påverkar deras image som organisation negativt så drar de ganska snabbt i handbromsen. Detta är fullt förståeligt då risken med en försämrad image är svår att bedöma både i magnitud och karaktär. En sådan okänd eller oklar risk är organisationer ytterst ovilliga att ta – osäkerhetskostnaden är allt för hög. Detta visar att just problem med att isolera olika värdekontexter från varandra kan vara tillräckligt för att hindra utvecklingen av en cirkulär affärsmodell.

Slutsats – cirkulära flöden och kärnteknologier

En viktig slutsats från detta projekt är därför att man måste vara nedveten om och arbeta systematiskt med att avgränsa olika värdekontexter från varandra. Särskilt behöver företagets ordinarie värdekontexter som utgör basen för deras pågående ordinarie verksamhet isoleras och skyddas från de värdekontexter som identifieras och skapas i relation till ett eventuellt överskottsmaterial. Detta kan verka konstraintuitivt när man pratar om att identifiera cirkulära flöden – då ska vissa flöden isoleras och skyddas.

Men våra resultat visar att detta är lika viktigt som att identifiera en cirkularitet i resursflödet baserat på ett överskottsmaterial eller någon annan form av resurs. Detta betyder alltså att man måste arbeta parallellt med att systematiskt länka in aktörer som möjliggör att man kan sluta ett cirkulärt flöde samtidigt som man arbetar med att isolera dessa värdekontexter från de ordinarie kontexterna. Detta utgör en stor utmaning och många gånger ett hinder för att etablera cirkulära resursflöden.

Orsakerna till dessa svårigheter står att finna i de redan etablerade teknologierna och dess existerande resurs- och värdekontexter¹⁸. Dessa utgör den teknologiska kärnan för företagen och denna kärna buffras enligt Thompson (1967) från påverkan från omgivningen eftersom sådan påverkan påverkar förmågan att skapa värde och därmed hela ekonomin. Kort sagt – redan etablerade tekno-ekonomiska system och strukturer verkar konserverande och för att kunna länka in cirkulära resursflöden kopplade till dessa kärnteknologier så måste dessa isoleras – i alla fall inledningsvis¹⁹. Allteftersom ett cirkulärt flöde utvecklas med en cirkulär affärsmodell till en stabil motståndskraftig tekno-ekonomisk struktur så kan kanske murarna rivas mellan de cirkulära systemen och företagens etablerade tekniska kärnor. Men det återstår att visa empiriskt. Resultaten från det här projektet visar *inte* på något sådant då den symboliska risken hastigt sköt i höjden när tekniska problem uppstod i det cirkulära flödet – problem som hotade att smitta av sig på kärnverksamheten.

I ett sådant läge skyddar organisationen sin teknologiska kärna – av goda skäl och helt i linje med den vetenskapliga litteraturen och beprövad erfarenhet – och isolerar det cirkulära flödet i mesta möjliga grad. I detta fall så till den grad att det helt enkelt skars av och att man valde att inte gå vidare i utvecklingen av flödet eller med att identifiera en cirkulär affärsmodell i anslutning till det.

I princip kan det dock inte uteslutas att företag i framtiden kan komma att lyckas med att både identifiera cirkulära flöden och att sätta samman nätverkskonstellationer och utveckla cirkulära affärsmodeller så att sådana värdekontexter blir så pass stabila, motståndskraftiga och ekonomiskt attraktiva att man successivt sänker skydden mot kärnverksamheten. När detta börjar ske och när kärnverksamheten successivt också börjar införlivas i allt mer cirkulära resursflöden – då kan man börja prata om en cirkulär ekonomi på allvar.

Men vägen dit förefaller lång. Många branscher och företag är fortfarande långt ifrån en sådan cirkulär ekonomi och de flesta kärnverksamheter isoleras snarare än öppnas upp för sådana experiment.

¹⁸ Thompson, J. D. (1967). *Organizations in Action*. New York: McGraw-Hill.

¹⁹ Liknande inlåsningseffekter har identifierats vad gäller utveckling av nya affärsmodeller i andra branscher, t.ex. inom detaljhandeln för att utveckla affärsmodeller baserade på digitaliseringens möjligheter (se exempelvis Frostenson, M., Hasche, N., Helin, S., & Prenkert, F. [2017]. *E-handel: Organisering, distribution och hållbarhet*. Lund: Studentlitteratur) och är alltså ingenting unikt för en cirkulär ekonomi och cirkulära affärsmodeller. Det är snarare en konsekvens av hur våra teknologier utvecklas och hur våra ekonomier samspelar med dessa (Thompson, J. D. [1967]. *Organizations in Action*. New York: McGraw-Hill. Arthur, B. W. [2009]. *The Nature of Technology. What It Is and How It Evolves*. London: Penguin Books.)

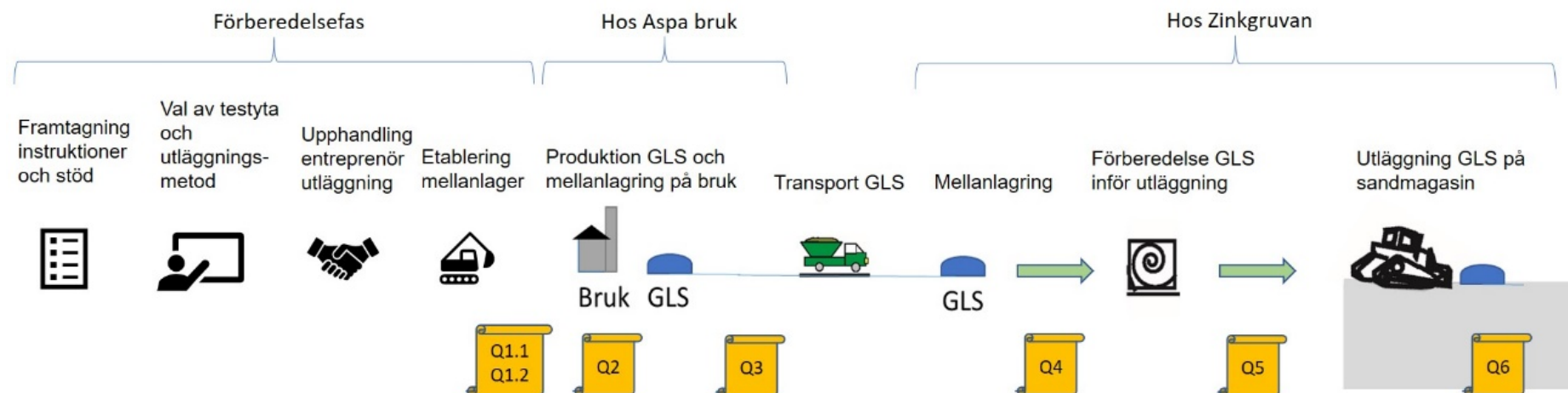
Bilagor

Bilaga 1: Arbetsmoment illustration och lista

Bilaga 2: Presentation 10 april labbresultat sand och grönlutslam

Bilaga 3: Fältförsöksplanering med provtagningsplan

Bilaga 1: Arbetsmoment illustration och lista



Figur 1: Arbetsmoment fältförsök inklusive förberedelser och kontrollpunkter (markerade med "Q").

Tabell 1: Arbetsmomentslista

Förberedelser inför fältförsök		
Arbetsmoment	Ansvarig arbetsmoment	Stöd
Beräkning GLS-behov och inventering tillgång	Ecoloop	
Framtagning instruktioner och andra stöd	Ecoloop, Aspa Bruk, Zinkgruvan, Econova	
Val av testyta och dess storlek	Zinkgruvan	Labbresultat, resultat tillgång GLS
Beslut: pistmaskin eller brandspruta	Zinkgruvan	Labbresultat GLS
Upphandling utläggningstjänst	Zinkgruvan	-
Upphandling åkeritjänst	Aspa eller Zinkgruvan	-
Etablering mellanlager Aspa Bruk	Aspa Bruk	Etableringsplan mellanlager
<i>Q1.1 Kontroll mot etableringsplan mellanlager</i>	Aspa Bruk	Etableringsplan mellanlager
Etablering mellanlager ZG	Zinkgruvan	Etableringsplan mellanlager
<i>Q1.2 Kontroll mot etableringsplan mellanlager</i>	Zinkgruvan	Etableringsplan mellanlager
Information till processingenjör Aspa Bruk, åkeri, mellanlageransvariga, entreprenör utläggning	Econova	Alla planer och instruktioner
Under fältförsöket		
Arbetsmoment	Ansvarig arbetsmoment	Stöd
Framtagning GLS:		
Produktion GLS	Processingenjör Aspa Bruk/maskinförare bortforsling	Processinstruktion bruk
<i>Q2 Processkontroll löpande</i>	Processingenjör Aspa Bruk	Kontrollplan GLS-kvalitet process
Mellanlagring GLS på Aspa Bruk	Platschef mellanlager bruk	Arbetsplan mellanlager
<i>Q3 Okulärbesiktning innan transport från mellanlager</i>	Platschef mellanlager bruk	Kontrollplan GLS-kvalitet innan leverans
Transport GLS från Aspa Bruk till Zinkgruvan:		
Lastning GLS	Transportchef åkeri/chaufför	Transportplan
Vägtransport GLS	Transportchef åkeri/chaufför	Transportplan
Lossning GLS på ZG	Transportchef åkeri/chaufför	Transportplan
Mellanlagring GLS ZG:		
Mellanlagring GLS på ZGs område	Platschef mellanlager ZG	Arbetsplan mellanlager
<i>Q4 Kvalitetskontroll GLS innan förberedelse</i>	Platschef mellanlager ZG	Kontrollplan GLS-kvalitet innan utläggning
Utläggning GLS på sandmagasin:		

Installation av grundvattenrör i anslutning till området	Entreprenör/konsult	Installationsplan
Kontroll sandmagsinvattenkvalitet före utläggning GLS	Zinkgruvan	
Förberedelse GLS inför utläggning	Entreprenör utläggning	
<i>Q5 Efterkontroll GLS-förberedelse</i>	Entreprenör utläggning	Kontrollplan efterkontroll förberedelse
Utläggning GLS	Entreprenör utläggning	Arbetsplan utläggning, väderrapport
<i>Q6 Efterkontroll utläggning</i>	Entreprenör utläggning	Kontrollplan efterkontroll utläggning
Efterkontroll (utom ramen för MinePap)		
Arbetsmoment	Ansvarig arbetsmoment	Stöd
<i>Kontroll kvalitet sandvattenmagasin</i>	Zinkgruvan	
<i>Kontroll dammbekämpningseffekt</i>	Zinkgruvan	
<i>Kontroll beständighet GLS-lager</i>	Zinkgruvan	

ecoloop

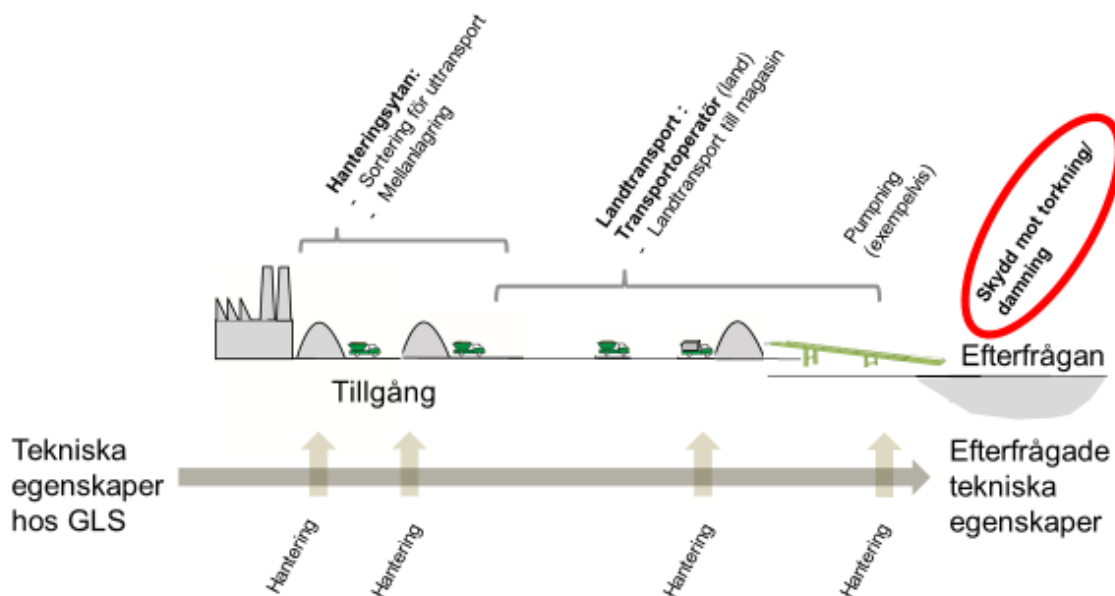
Geotekniskt underlag

Har Aspa bruks grönsutslam geoteknisk förutsättning att minska damning från anrikningssandsmagasinen?



ecoloop

Frågeställning: Skydd mot torkning/ damning



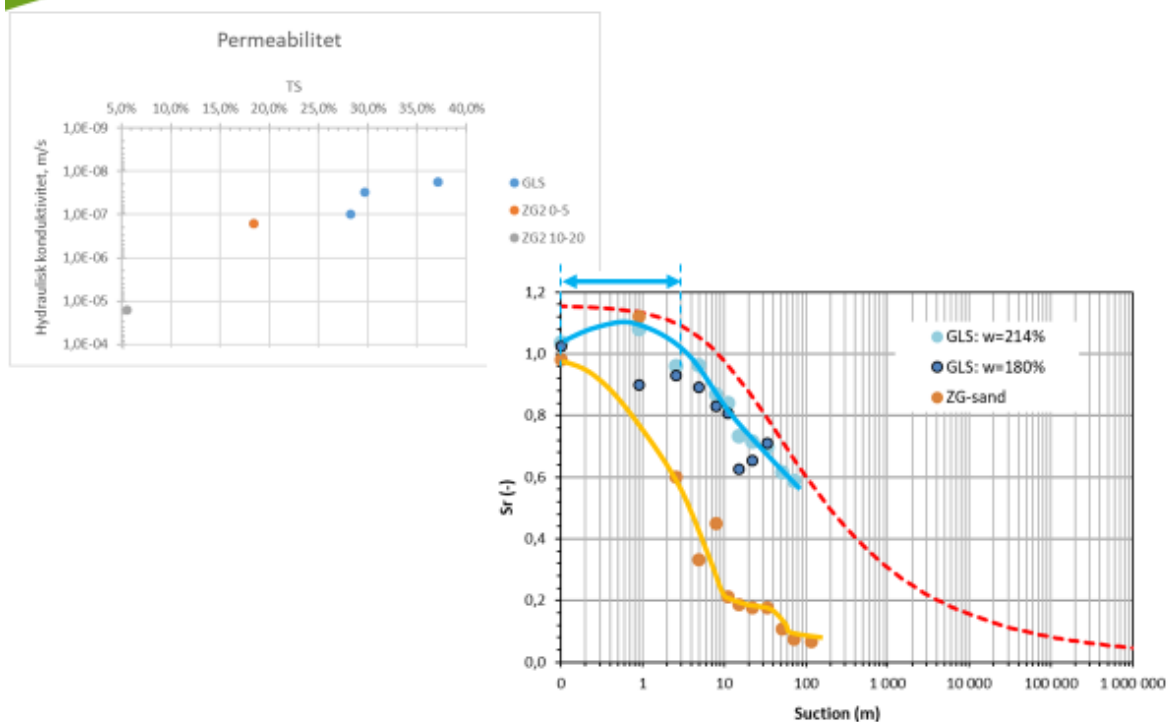


Följande har utförts i lab:

Grundläggande egenskaper som har undersökts:

- Konsistensgränser, w_p , w_L , w_n
- Vattenhållningsegenskap vid olika vattenkvotnivåer
- Skrymdensitet, partikeldensitet
- CRS/permeabilitet
- pH, EC

Täthet och vattenhållningstal



Materialegenskaper

	pH	EC mS/cm	Torrdensitet ton/m ³	
GLS	11 – 12,8	20	1,2 – 1,27 [#]	
ZG-sand	6,9	0,2	1,44-1,53	

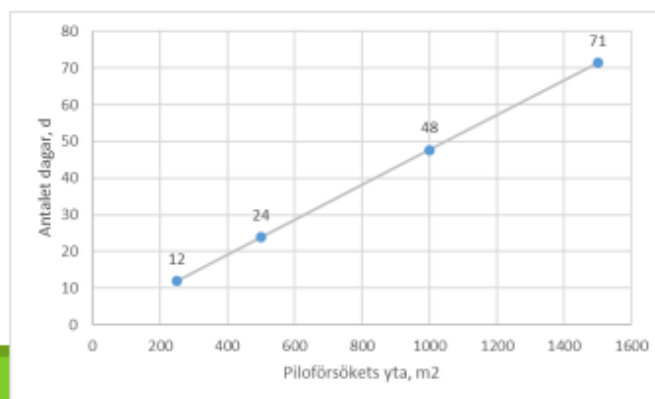
[#] Med grusmaterial

Bedömning

- GLS har mycket högre vattenhållningskapacitet än ZG-sanden.
- GLS har en mycket lägre permeabilitet än sanden och nederbördsvatten kommer därmed återfukta GLS.
- GLS med "grus" har högre täthet, men ngt lägre vattenhållningskapacitet.
- GLS har mycket högre pH än ZG-sanden. Lakningsegenskaper med avseende på Zn från sanden behöver verifieras innan fullskalig användning.

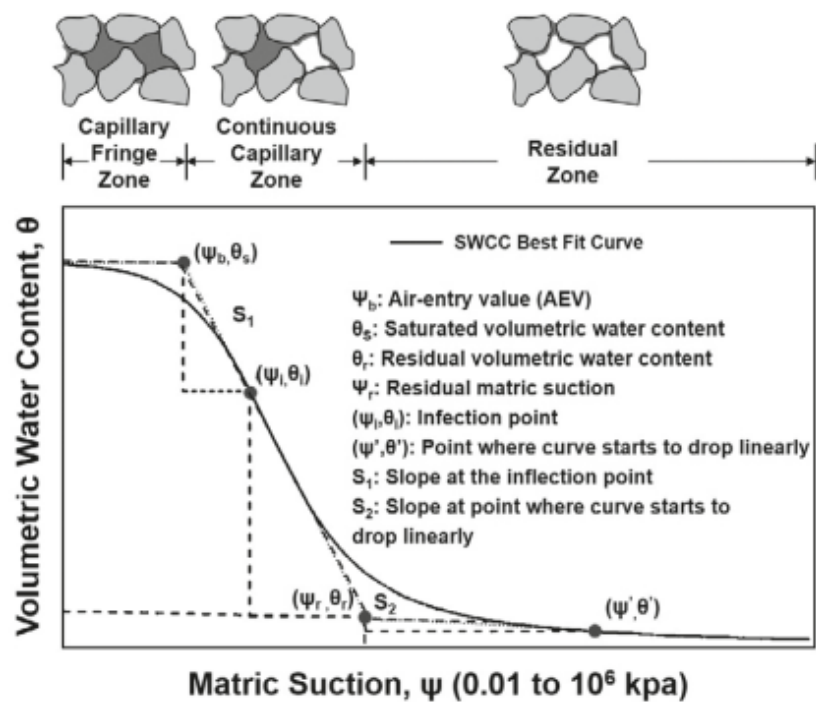
Utläggning

- 0,3 m skikt föreslås för att kunna garantera jämn utläggning
- Ytans storlek beror på mängden uppsamlat "fallande" GLS som hinner samlas in innan fältförsöket utförs.



Kontroll (en gång i veckan)

- GLS-ytan: 10 provpunkter på tre nivåer
 - 0-5 cm på GLS-ytan
 - 10-15 cm i GLS-skiktet
 - 25-30 cm i GLS-skiktet
- Referenspunkt (ZG-sanden) i tre punkter
 - 0-5 cm i sanden
- Dokumentation, okulär beskrivning, foto på ytorna och TS-halter
- Upprepas en gång i veckan tom v1 i Augusti.
- Resultaten skickas till Ecoloop.

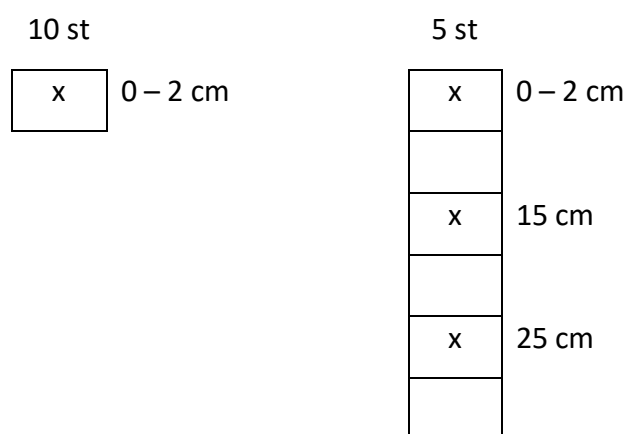


Bilaga 3: Fältförsöksplanering med provtagningsplan

Fältkontroll: Beskrivning provtagning torrsubstanshalt grönlutslam (GLS) - Zinkgruvan

När ska prover tas?

På fältförsöksytan efter utläggning GLS: En gång per vecka tas prover på 15 platser på fältförsöksytan. På 10 av platserna tas enbart ytprov och på 5 platser tas ytprov samt två djupprov. Det ger totalt 25 GLS-prover varannan vecka. Utöver detta tas prover för TS-bestämning av sanden på referensytan utan GLS, där tas 3 ytprover på olika ställen.



Figur 1 Provtagningsdjup.

Hur tas proverna?

Allmänna anvisningar – läs detta först

Torrsubstanshalten bestäms på prover om cirka 50 gram som tas ut från fältförsöksytan. Det är viktigt att undvika uttorkning av provet när det tagits ut från GLS-mängden, arbeta därför noggrant men skyndsamt provet tagits ut samt förvara proverna svalt och utan luftkontakt (i tät påse) tills de kan tas till labb. Lägg provpåsen med prov i en kylbag med kylklampar, ståendes i skugga. TS-bestämningen bör göras inom 24 timmar från att proverna tas. Under TS-bestämning utförs vägning av det torkade provet utförs 48 timmar efter provtagning. Det innebär att provtagning på Zinkgruvan bör ske måndag till onsdag för att hinna ta ut TS-halten.

Utrustning

- Liten spade
- Diffusionstäta plastpåsar
- Märkpenna som kan skriva på plast
- Mätpinne (valfri rak pinne eller sticka, ca 40 cm lång, med markering 15 cm och 25 cm från ena änden)
- Kylbag med kylklampar

- Papper för rengöring av spade

Stegvis beskrivning provtagning

1. Välj ut 15 platser att ta prover från (nya platser vid varje provtagningstillfälle, en plats i varje i förväg utmätt 10x10m ruta på fältförsöksytan).

Provtagningsplats för endast ytprov (10 provtagningsplatser):

2. Med en liten spade ta ut ett cirka 50 gram stort prov (knappt en halv deciliter) från den översta 0 till 2 centimetrarna av GLS-lagret.
3. Lägg provet omedelbart i en diffusionstät plastpåse och förslut den direkt utan att luft blir kvar i påsen. Märk provet med datum och "ytprov".
4. Lägg provpåsen i en kylbag med kylklampar, ståendes i skugga.
5. Rengör provtagningsspaden med papper.
6. Upprepa steg 1 till 5 för de övriga ytprovspplatserna.

Provtagningsplats för både ytprov och djupprov (5 provtagningsplatser):

7. Med en liten spade ta ut ett cirka 50 gram stort prov (knappt en halv deciliter) från den översta 0 till 2 centimetrarna av GLS-lagret.
8. Lägg provet omedelbart i en diffusionstät plastpåse och förslut den direkt utan att luft blir kvar i påsen. Märk provet med datum och "ytprov".
9. Rengör provtagningsspaden med papper. Stick ner mätpinnen 25 cm i GLS-lagret. Med en liten spade ta ut ett cirka 50 gram stort prov (knappt en halv deciliter) från den översta centimetern av GLS-lagret, vid mätpinnen. Märk provet med datum och "ytprov".
10. Gräv en 15 cm djup grop vid mätpinnen. Rengör spaden och ta ut ett cirka 50 gram stort prov (knappt en halv deciliter) från botten av gropen med spaden. Märk provet med datum och provdjup.
11. Fortsätt gräva gropen längs pinnen ner till 25 cm. Rengör spaden och ta ut ett cirka 50 gram stort prov (knappt en halv deciliter) från botten av gropen med spaden. Märk provet med datum och provdjup.
12. Fyll igen hålet efter provtagningen
13. Upprepa steg 7 till 13 för alla provtagningsplatser för både ytprov och djupprov.

När provtagningen är klar:

14. Förvara proverna svalt tills de kan transporteras till labb.

TS-haltbestämning

Bestäm TS enligt labbets rutiner. TS-bestämningen bör göras inom 24 timmar från att proverna tas. Under TS-bestämning utförs vägning av det torkade provet utförs 48 timmar efter provtagning.

TS = m_s/m , där m är våtvikten och m_s är vikt efter torkning i 105 C under 24h.