

RE: SOURCE

Slutrapport för projekt

Incitament för återvinning av material

Projektperiod: Oktober 2016 till november 2017
Projektnummer: 43494-1

Med stöd från:



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

RE:

SOURCE

SLUTRAPPORT

Datum
171101

Dnr
2016-009442

Projekt nr
43494-1



Incitament för återvinning av material

Incentive for recycling of material

Slutsatser:

Den övergripande slutsatsen baserat på fallstudierna och i diskussion med fallstudieägarna är att den antagna premiering som görs av återvunna fossila råvaror inom EU ETS-systemet inte skulle ge tillräckliga incitament i sig för en ökad användning av återvunna fossila råvaror och därmed leda till en ökad materialåtervinning.

Med stöd från:



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

Förord

Den här rapporten redovisar projektet "Incitament för återvunnet material" (INÅMAT). Projektet har finansierats av RE:Source med stöd från Vinnova, Energimyndigheten och Formas samt av medverkande aktörer i referensgruppen.

Projektgruppen har bestått av följande personer/organisationer:

- Carl Jensen, IVL Svenska Miljöinstitutet
- Max Björkman, Chalmers Industriteknik
- Ulrika Claeson Colpier, Chalmers Industriteknik
- Anna Mellin, IVL Svenska Miljöinstitutet
- Jan-Olov Sundqvist, IVL Svenska Miljöinstitutet
- Marianne Gyllenhammar, Stena Recycling International
- Anna Fråne, IVL Svenska Miljöinstitutet
- Haben Tekie, IVL Svenska Miljöinstitutet

Referensgruppen har bestått av följande personer/organisationer:

- Lia Detterfelt, Renova
- Linn Andersson, Boliden Mineral
- Bengt –Sture Ershag, Scandinavian Enviro Systems
- Lars Josefsson, Västsvenska Kemi- och Materialklustret
- Per-Åke Franck, CIT Industriell Energi
- Steinar Kvisle, Inovyn

Ett stort tack till alla deltagande företag som bidragit med både deras tid och kunskap in i projektet.

Göteborg, november 2017

Rapportförfattarna

Titel på projektet – svenska Incitament för återvunnet material
Titel på projektet – engelska Incentive for recycling material
Universitet/högskola/företag Stena Recycling International
Adress Box 4088, 400 40 Göteborg
Namn på projektledare Marianne Gyllenhammar
Namn på övriga projektdeltagare Carl Jensen, IVL Svenska Miljöinstitutet, Max Björkman, Chalmers Industriteknik, Ulrika Claeson Colpier, Chalmers Industriteknik, Anna Mellin, IVL Svenska Miljöinstitutet, Jan-Olov Sundqvist, IVL Svenska Miljöinstitutet, Anna Fråne, IVL Svenska Miljöinstitutet, Haben Tekie, IVL Svenska Miljöinstitutet
Nyckelord: styrmedel, EU ETS, utsläppshandel, återvunnet material, materialåtervinning

Sammanfattning

I denna förstudie undersöktes möjliga konsekvenser av att premiera användning av återvunnen fossil råvara¹ framför primär fossil råvara² inom det ekonomiska styrmedlet EU ETS (EU:s handel med utsläppsrätter).

Projektet har genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet, Chalmers Industriteknik och Stena Recycling International. Projektet har finansierats av RE:Source med stöd från Vinnova, Energimyndigheten och Formas samt av en referensgrupp bestående av Renova, Boliden Mineral, Scandinavian Enviro Systems, Västsvenska Kemi- och Materialklustret, Chalmers Industriteknik och Inovyn.

Mer specifikt innebär den antagna premieringen att en omvandlingsfaktor på 0,5 för CO₂-utsläpp med ursprung från återvunnen fossil råvara (där utsläpp från primär fossil råvara har motsvarande faktor 1) appliceras, vilket innebär att det skulle behövas färre utsläppsrätter för utsläpp av CO₂ från återvunnen fossil råvara jämfört med utsläpp från primär fossil råvara. En central fråga för studien är om en sådan premiering av återvunnen fossil råvara skulle kunna leda till en ökad användning av densamma och en minskad användning av primär fossil råvara, samt om en premiering skulle få följder ur ett materialåtervinnings- och samhällsekonomiskt perspektiv.

Effekten av en premiering av återvunnen fossil råvara via förändringar inom EU ETS studerades genom att analysera påverkan på tre olika industriella verksamheter som idag använder eller kan använda återvunnen fossil råvara. Fallstudie 1 bygger på Scandinavian Enviro Systems (Enviro) process och representerar ett returraffinaderi som tar emot återvunnen fossil råvara i form av uttjänta fordonsdäck. I processen utvinns och produceras återvunna fossila råvaror och fallstudien är därför ett exempel på en typ av materialåtervinning. Fallstudie 2 baseras på en av Bolidens processer på Rönnskärsverken där delar av dagens användning av primära fossila råvaror som reduktionsmedel skulle kunna bytas ut mot återvunna fossila råvaror. Fallstudie 3 representeras av Renovas avfallskraftvärmeverk. Här utvinns energi i form av fjärrvärme och el ur avfall genom att förbränna exempelvis plast som inte har sorterats ut vid källan. I de tre fallstudierna finns alltså materialåtervinning, slutanvändning av återvunnet material samt energiåtervinning representerat.

De tre fallstudierna utvärderades utifrån olika scenarier. Scenarierna baserades på olika prisutvecklingar för utsläppsrätter inom EU ETS samt antagandet om premiering av användning av återvunnen fossil råvara framför primär fossil råvara i EU ETS. Två olika prisnivåer för utsläppsrätter studerades: 50 SEK, vilket motsvarar dagens prisnivå, samt en kraftigt höjd prisnivå till 500 SEK.

Resultaten från de ingående fallstudierna visar att den antagna premieringen av återvunna fossila råvaror i EU ETS, i sig, inte skulle ge tillräckliga ekonomiska incitament för att öka användningen av återvunna fossila råvaror för att ersätta primära fossila råvaror. Detta gäller även då priset på utsläppsrätter kraftigt höjs jämfört med dagens nivå. Även om två av fallstudierna, Enviro och Renova, gynnas ekonomiskt av en premiering av återvunnen fossil råvara anses inte incitamenten vara tillräckliga för att genomföra förändringar i verksamheterna.

¹ Råvaror i form av material som tidigare använts eller konsumerats och som klassats som rejekt i en återvinningsprocess eller sådana råvaror som sorteras ut inför återvinning p.g.a. att kvaliteten på materialen är för låg och inte lämpar sig för konventionell materialåtervinning. I denna rapport är återvunnen fossil råvara synonymt med "avfall" (enligt ovan) om inget annat anges.

² Jungfruligt bränsle eller råvara med fossilt ursprung, d.v.s. fossil olja, kol, koks, naturgas etc.

Systemanalyserna som gjorts för att beräkna klimatpåverkan och energianvändning visar att det finns miljövinster att vänta både i fallet med Enviro och Boliden. För Enviros del baseras systemanalysen på en produktionsökning där den ökade mängden mottagna däck jämförs med användning som granulat på konstgräsplaner eller som energiråvara i cementugnar. I fallet med Boliden ersätts en viss mängd kol med plastavfall. Eftersom den samhällsekonomiska analysen baseras på de mängder CO₂-ekvivalenter som räknats fram i miljösystemanalysen fås även samhällsekonomiska nyttor eftersom utsläppen av CO₂ minskar.

Den övergripande slutsatsen baserat på fallstudierna och i diskussion med fallstudieägarna är att den antagna premiering som görs av återvunna fossila råvaror inom EU ETS-systemet inte skulle ge tillräckliga incitament i sig för en ökad användning av återvunna fossila råvaror och därmed leda till en ökad materialåtervinning. För att uppnå de positiva systemvinsterna av en ökad användning av återvunna fossila råvaror skulle detta styrmedel troligtvis behöva kombineras med andra styrmedel för att övervinna de hinder till omställning som finns.

I projektet har det också gjorts en övergripande kartläggning över övriga styrmedel som skulle kunna öka användningen av återvunnet material.

Summary

This study has investigated the consequences of a change within the EU Emissions Trading System (ETS), where the use of recycled fossil raw materials is rewarded above the use of primary fossil raw materials.

The project was carried out by IVL Swedish Environmental Research Institute, Chalmers Industriteknik and Stena Recycling International. The project has been funded by RE: Source, supported by Vinnova, Energy Agency and Formas, and by a reference group consisting of Renova, Boliden Mineral, Scandinavian Enviro Systems, West Sweden Chemicals & Materials Cluster, Chalmers Industriteknik and Inovyn.

The assumed reward means more specifically an introduction of a conversion factor of 0.5 for CO₂ emissions originating from recycled fossil raw materials (where emissions from primary fossil raw materials have a corresponding factor 1), which means that fewer emission allowances would be needed from recycled fossil materials compared with emissions from primary fossil raw materials. A key issue for the study is whether such a reward of recycled fossil raw materials could lead to increased use of the same, a reduced use of primary fossil raw materials, and whether a reward would have consequences from a recycling and socio-economic perspective.

The impact of rewarding the use of recycled fossil raw materials through changes within the EU ETS was studied by analyzing the impact on three different types of industries in three case studies. Case Study 1 is based on the Scandinavian Enviro System's (Enviro) process and represents a refinery using tires from end-of-life vehicles. In the process, recycled fossil raw materials are produced and the case study is therefore an example of material recycling. Case Study 2 is based on one of Boliden's processes at Rönnskärsverken where today's use of primary fossil raw materials, used as reducing agents, could be replaced by recycled fossil raw materials. Case Study 3 is represented by Renova's waste incineration plant. In the process, district heating and electricity are generated from energy

recovery of for example plastic waste not sorted out for material recycling. The three case studies involve material recycling, end use of recycled materials and energy recovery.

The case studies were evaluated based on different scenarios. The scenarios represented different price developments for emission allowances within the EU ETS, and the assumption that the use of recycled fossil raw materials will be rewarded over primary fossil raw materials in the EU ETS. Two different price levels for allowances were studied: 50 SEK corresponding to today's price level, and a high price level of 500 SEK.

The results of the case studies show that rewarding use of recycled fossil raw materials in the EU ETS will not, by itself, provide sufficient financial incentives to increase the use of recycled fossil raw materials by replacing primary fossil raw materials. This also applies when the price of emission allowances is significantly increased compared to today's level. Although two of the case studies, Enviro and Renova, benefited economically from using recycled fossil material, this is not considered sufficient to make any changes in the companies.

Results from the system analyses carried out to estimate climate impact and energy use show that there are environmental benefits both in the case of Enviro and Boliden. The system analysis for Enviro is based on a production increase where the increased amount of received tires is compared with use as granulate on artificial turf or as energy in cement kilns. In the case of Boliden, a certain amount of coal is replaced with plastic waste. Since the socio-economic analysis is based on the amounts of CO₂-equivalents calculated in the environmental system analysis, socio-economic benefits are also obtained due to reduced CO₂ emissions.

The overall conclusion, based on the results from case studies and in discussion with the case study owners, is that the suggested rewarding of recycled fossil raw materials within the EU ETS system would not, by itself, provide sufficient incentives for increasing the use of recycled fossil raw material and, thus, increasing material recycling. To attain the positive system benefits of an increased use of recycled fossil raw materials, this policy instrument would probably need to be combined with other policy instruments in order to overcome existing barriers.

In the project a brief literature survey of other policy instruments which could increase material recycling was also conducted.

Definitioner och förkortningar

ASEK	Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkylvärden
CH₄	Metan
CO₂	Koldioxid
CO₂-e	Koldioxidekvivalent
EU ETS	EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU Emissions Trading System)
GHG	Växthusgaser (greenhouse gases)
Internaliseringsgrad	Genom att beräkna en s.k. internaliseringsgrad kan vi säga något om i vilken grad företaget betalar för de olika t.ex. miljö- och hälsokostnader som utsläppen orsakar. Internaliseringsgraden utgör kvoten mellan de internaliserande skatter och avgifter som betalas av verksamheten och värderingen av de externa effekterna som verksamheten ger upphov till.
Jungfruliga material	Råvaror eller material som inte tidigare har använts eller konsumerats, eller på annat sätt processats förutom för den ursprungliga produkten.
N₂O	Dikväveoxid, lustgas
PFC	Perflourkolväten
Primär fossil råvara (PFR)	Jungfruligt bränsle eller råvara med fossilt ursprung, d.v.s. fossil olja, kol, koks, naturgas etc.
Återvunnen fossil råvara (ÅFR)	Råvaror i form av material som tidigare använts eller konsumerats och som klassats som rejekt i en återvinningsprocess eller sådana råvaror som sorteras ut inför återvinning p.g.a. att kvaliteten på materialen är för låg och inte lämpar sig för konventionell materialåtervinning. I denna rapport är återvunnen fossil råvara synonymt med "avfall" (enligt ovan) om inget annat anges.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Rapportens upplägg	2
1.3	Metodik	2
1.4	Avgränsningar och indata	3
2	Styrmedel - bakgrund	6
2.1	Styrmedel: EU ETS	6
2.2	Övriga styrmedel	7
3	Fallstudier	9
3.1	Fallstudie 1: Enviros materialåtervinning av uttjänta däck	10
3.2	Fallstudie 2: Bolidens materialåtervinning i smältverk för metallframställning	11
3.3	Fallstudie 3: Renovas energiåtervinning genom avfallsförbränning	13
4	Studerade och utvärderade scenarier	15
5	Resultat	16
5.1	Fallstudie 1: Enviros materialåtervinning av däck	16
5.2	Fallstudie 2: Bolidens materialåtervinning i smältverk för metallframställning	22
5.3	Fallstudie 3: Renovas energiåtervinning genom avfallsförbränning	30
5.4	Spårbarhet för återvunnet material	34
6	Slutsatser och diskussion	35
7	Nästa steg	37
8	Projektkommunikation	37
9	Referenser	38
	Bilagor	40

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Återvunna råvaror och material har i många fall svårt att kostnadsmässigt konkurrera med jungfruliga råvaror och material. Ett förhållande där utvinning och produktion av jungfruliga material har en lägre prislapp än återvunna material kan ses som ett marknadsmisslyckande. En bakomliggande orsak är bland annat att flertalet externa effekter som är kopplade till att ta fram nya material inte har internaliserats i marknadspriserna. Det betyder att priserna för material som handlas på marknaden inte bär de samhällsekonomiska kostnader som uppkommer genom externa effekter till följd av produktionen av materialen. Sådana externa effekter kan t.ex. vara miljö- och hälsokostnader orsakade av brytning och utvinning av fossila råvaror såsom kol och olja. En mer resurseffektiv materialanvändning genom bl.a. ökad materialåtervinning spelar även en central roll för att både nå och upprätthålla en cirkulär ekonomi. För att rubba det befintliga förhållandet mellan primära och återvunna fossila råvaror och därmed nå en ökad materialåtervinning i samhället kan olika incitament skapas genom att införa styrmedel och åtgärder som exempelvis premierar återvinning av material men också användning av återvunna material. Behovet av fler och mer riktade styrmedel är också en vanligt återkommande slutsats i tidigare genomförda studier och utredningar som antingen direkt fokuserar på eller kopplar till återvinning. Mycket pekar alltså på att nuvarande styrmedel som påverkar materialåtervinningen i samhället även i fortsättningen behöver ses över för att vidareutvecklas och bidra till att återvunna råvaror (och material) blir mer konkurrenskraftiga på marknaden. Denna typ av styrmedelsförändring kan t.ex. handla om att komplettera nuvarande styrmedel med nya styrmedel, men också om att göra förändringar i utformningen av nuvarande styrmedel.

Utgångspunkten för denna studie har varit att nyttja det befintliga ekonomiska styrmedlet EU ETS. Syftet med studien har varit att se vilka följder det skulle innebära ifall användningen av återvunna fossila råvaror premieras inom systemet i jämförelse med primära fossila råvaror. Tankesättet liknar den differentieringen som finns för biogena fossila råvaror, där CO₂ som härstammar från sådana råvaror och material inte omfattas av systemet eftersom det då handlar om kol från förnyelsebar råvara. På ett liknande sätt har bakgrunden till studien varit att göra en differentiering mellan CO₂-utsläpp som härstammar från återvunna fossila råvaror och CO₂-utsläpp som härstammar från primära fossila råvaror. Genom en differentiering av dessa CO₂-utsläpp kan en premiering införas för den CO₂ som har sitt ursprung från återvunna fossila råvaror. Då sådana CO₂-utsläpp premieras i förhållande till primära fossila råvaror, klassas återvunnen fossil CO₂, sett ur ett EU ETS-perspektiv, någonstans mellan biogen fossil CO₂ och primär fossil CO₂. En motivering till varför en sådan premiering skulle införas är helt enkelt för att lyfta upp återvunna fossila råvaror som en fraktion som kan betraktas ha mindre klimatpåverkan än primära fossila råvaror eftersom de med klassningen som återvunna redan använts i en eller flera tillämpningar under minst en tidigare användningscykel i samhället.

EU ETS är ett etablerat styrmedel med syfte att reglera utsläpp av växthusgaser från energi- och industriella anläggningar i EU, och ett viktigt instrument för att uppnå de klimat- och energipolitiska mål som finns inom EU. Men kan detta styrmedel även användas för att effektivt premiera återvunna fossila råvaror? Att kunna använda detta styrmedel skulle innebära ett flertal fördelar. Det är ett

styrmedel som omfattar hela EU och berör industrisektorn brett. Det skulle därför ha en påverkan på hela den europeiska marknaden och även inkludera den import och export av återvunnet material och avfall som existerar. Detta indikerar att det skulle finnas potential för ett stort och effektivt genomslag, om en premiering av återvunna fossila råvaror inkluderas inom detta styrmedels ramverk.

En central fråga för studien är om en sådan premiering av återvunnen fossil råvara skulle kunna leda till en ökad användning av densamma och en minskad användning av primär fossil råvara, samt vilka följder detta skulle kunna få ur ett materialåtervinnings- och samhällsperspektiv. För att svara på dessa frågor studeras vilka effekter och incitament som kan komma att skapas för specifika industrier i olika delar av "återvinningsvärdekedjan", och om dessa incitament är tillräckligt starka för att leda till förändringar i industriernas respektive verksamheter i form av exempelvis val av råvaror.

1.2 Rapportens upplägg

Rapportens inledande kapitel ger bakgrund och syfte till projektet. Det beskriver även metodik och genomförande samt viktiga avgränsningar som gjorts. Kapitel 2 ger en övergripande beskrivning av EU ETS-systemet (handeln med utsläppsrätter), vilket är det styrmedel som projektet analyserar. Dessutom presenteras andra styrmedel som kan påverka materialåtervinning av fossila material. I kapitel 3 beskrivs de tre olika fallstudierna som projektet bygger på med fokus på den befintliga verksamheten och kopplingar till EU ETS-systemet. I det fjärde kapitlet presenteras de olika scenarierna som ligger till grund för analysen. Resultaten av konsekvensanalysen utifrån ett miljömässigt och samhällsekonomiskt perspektiv ges i kapitel 5 vilket följs av en diskussion och slutsatser i kapitel 0.

1.3 Metodik

Effekten av en premiering av återvunnen fossil råvara via förändringar inom EU ETS har studerats genom att analysera dess inverkan på tre olika verksamheter i varsin fallstudie. Dessa tre fallstudier representerar svenska industrier (eller processer inom industrierna) som idag använder eller kan använda återvunnen fossil råvara på olika sätt. Fallstudierna ger en möjlighet att konkretisera projektets frågeställningar där utfallet grundas på verksamhetsbaserade data. Valet av de undersökta fallstudierna gjordes utifrån att representanter för verksamheterna alla deltog i projektkonsortiet och därför hade ett intresse i att utreda frågan närmare.

Arbetet har genomförts genom en **nulägesanalys** för att ta fram nödvändiga indata och förutsättningar. Därefter har **olika scenarier** tagits fram som speglar möjliga utvecklingar. Baserat på dessa scenarier har **systemeffekterna analyserats** utifrån ett samhällsekonomiskt och miljömässigt perspektiv.

En **nulägesanalys** av de tre fallstudierna genomfördes genom att kartlägga befintliga verksamheter, deras användning av råvaror samt förutsättningar för förändringar av mottagna råvaror. Dessutom kartlades industriernas utsläpp av växthusgaser samt deras påverkan av det befintliga EU ETS-systemet genom att titta på historisk statistik samt genom att göra en framtida utblick (t.o.m. 2020). Nulägesanalysen bedrevs genom semistrukturerade intervjuer med problemägarna (representanter för fallstudierna), diskussioner inom projekt- samt referensgrupp, och genom litteraturstudier. I nulägesanalysen ingick även kartläggning av befintliga styrmedel inom området med ett fokus på EU ETS, liksom en översyn av relevanta forskningsstudier och befintliga utredningar inom området.

Scenarieutvecklingen genomfördes i nära samarbete och genom diskussion med problemägarna varit

representanter för de olika fallstudierna. Förutom ett referensscenario (nuläget) togs det fram ytterligare tre möjliga utvecklingar för EU ETS-systemet som tog hänsyn till prisutveckling för utsläppsrätter och hur återvunnen fossil råvara kan premieras (se även kapitel 4). I denna scenarioutveckling har även scenariernas olika parametrar såsom tillgång och efterfrågan på fossila, återvunna och biobaserade material, materialpriser och hur de olika aktörerna förväntas reagera på förändringarna tagits fram.

Baserat på utfallet i fallstudierna och eventuella förändringar inom verksamheterna som ett resultat av den premiering som gjorts via styrmedlet EU ETS, har **systemeffekterna** utvärderats med hjälp av **livscykelanalys (LCA) och samhällsekonomisk konsekvensanalys**³. Dessa analyser svarar på vilken klimatpåverkan och energianvändning samt vilka kostnader som kan förväntas bli resultatet i de tre scenarierna, jämfört med referensscenariot.

Analyserna av klimatpåverkan och energiförbrukning har utgått från ett systemperspektiv i de tre fallstudierna. För vart och ett av de scenarier som studerats har det gjorts modelleringar baserat på vilken materialsammansättning som använts samt vilka de fossila CO₂-utsläppen och energianvändningen varit i respektive fallstudie. I första hand har primärdata från industriparterna använts i modellerna. Vid behov kompletterades dessa data med litteraturdata och data från LCA-databaser.

I den **samhällsekonomiska konsekvensanalysen** har en utvärdering av kostnader och nyttor gjorts ur ett samhällsperspektiv. Detta är kostnader och nyttor som påverkas av i detta fall en styrmedelsförändring och utvärderingen görs i syfte att avgöra ifall incitament skapade via styrmedlet innebär att samhällsekonomiska åtgärder genomförs. Den övergripande metodiken som använts följer de riktlinjer som beskrivs i Naturvårdsverkets rapport *Konsekvensanalys steg för steg* (Naturvårdsverket, 2003).

Underlaget för antaganden som gjorts i analysen, t.ex. förändringar i efterfrågan i de olika scenarierna, har diskuterats med referensgruppen där representanter för fallstudierna ingår och är baserat på gruppens expertbedömningar. Den ursprungliga tanken var att utgå ifrån korspriselasticiteter, d.v.s. hur många procent efterfrågan på en vara förändras när priset på en annan vara ökar med en procent, men detta har inte varit möjligt på grund av att fallen är för specifika för att hitta något i litteraturen samt att valet av återvunnen fossil råvara varierar i de olika fallen samt inte varit ett alternativ som har efterfrågats i detta syfte.

1.4 Avgränsningar och indata

Använt sätt att premiera återvunnet fossilt material

- I detta projekt har användning av återvunnet material premierats genom att utsläpp med ursprung från fossil återvunnen råvara betraktas ha en lägre omvandlingsfaktor än motsvarande utsläpp från primär fossil råvara. Detta antagande har gjorts för att kvarhålla en enkelhet i EU ETS-systemet. Ett annat alternativ skulle vara att införa olika prisnivåer på utsläppen från primär respektive återvunnen fossil råvara. Detta skulle

³ En samhällsekonomisk konsekvensanalys har genomförts istället för en fullständig kostnadsnyttoanalys (CBA) på grund av att tillräckligt dataunderlag inte varit möjligt att få fram.

troligtvis innebära att olika marknader (eller kopplingar) för dessa utsläppsrätter införs (både för inköp och försäljning) vilket skulle komplicera systemet. Se även diskussion i kapitel 6.

Konkurrens

- En viktig utgångspunkt för projektet och dess fallstudier har varit att inte konkurrera med konventionell materialåtervinning där materialet används som råvara vid framställning av nya produkter och leda till att dagens återvinning av material och produkter flyttas nedåt i avfallshierarkin. Ett exempel skulle kunna vara att en given mängd av en särskild plasttyp som idag materialåtervinns, till viss del istället energiåtervinns. Den andel plast som energiåtervinns istället för att materialåtervinnas har då flyttats nedåt i avfallshierarkin på grund av att energiåtervinning av återvunnen fossil råvara premieras via EU ETS. Fallstudierna har därför avgränsats till att endast inkludera sådana typer och flöden av återvunnen fossil råvara där denna typ av konkurrenssituation inte uppstår. Ett sådant exempel är rejekt som är material som sorteras ut innan materialåtervinning p.g.a. att kvaliteten på materialen är för låg, är felsorterat vid källan eller inte lämpar sig för konventionell materialåtervinning.
- Eventuella konkurrenssituationer som kan tänkas uppkomma mellan de olika fallstudierna har det inte tagits hänsyn till.

Tillgängliga mängder och mottagningsmöjligheter utifrån kvalitet

- Ingen begränsning i potentiellt möjliga mängder av återvunnen fossil råvara har gjorts utan begränsningen m.a.p. mängder lades i mottagande anläggningars kapacitetsnivåer.
- Aktuella avfallsmängder och avfallsslag ska ha varit möjliga att ta emot av respektive anläggning utifrån ett drifts- och kvalitetsperspektiv. Däremot lades detaljerade analyser av kvalitetsaspekterna (t.ex. krav på kvalitet) utanför projektets ramar.
- Kvaliteten på utgående produkter till följd av användning av återvunnen fossil råvara istället för primär fossil råvara har antagits inte bli påverkad.

Isolering av fallstudier

- Processerna i fallstudierna "isolerades" på så sätt att det inte har tagits hänsyn till påverkan på el- och bränslepriser.

Tid

- Studien har utgått ifrån nuläget med undantag för att den fria tilldelning av utsläppsrätter inom EU ETS, förutom för år 2017, även beaktade en fri tilldelning för år 2020. Detta gjordes för att se vilken påverkan en minskad fri tilldelning får för konsekvenser i fallstudierna.

Livscykelanalys

- Livscykelanalyserna har begränsats till att studera förbrukning av primära energiråvaror och klimatpåverkan. Klimateffekterna omfattar emissioner av fossil CO₂, uppdelat på primär fossil CO₂ (från förbränning av eldningsolja, diesel, bensin, naturgas) och återvunnen fossil CO₂ (från förbränning av fossila material i avfallet, främst plast, gummi,

vissa textilier etc.). I de fall metangas från deponering av avfall förekommer har dessa omräknats till CO₂-ekvivalenter (omräkningsfaktorn är 1 ton CH₄= 25 ton CO₂ räknad under en 100-årsperiod) (IPPC, 2007). Även i de fall emissioner av lustgas (N₂O) förekommer har dessa räknats om till fossila CO₂-ekvivalenter (omräkningsfaktor 298).

- Livscykelanalyserna har genomförts i utvidgade system som definierats med utgångspunkt från funktionella enheter (beskriver vilken funktion en produkt kan ha och är något som används som en måtenhet för att kunna göra jämförelser mellan).
- Exempel: när man materialåtervinner plastavfall kan den återvunna plasten helt eller delvis ersätta jungfrulig plast. Om man förbränner plastavfallet utvinns energi (i form av elektricitet och fjärrvärme) som ersätter energi som annars skulle ha behövt framställas från andra energikällor. Om man jämför förbränning och materialåtervinning av plast brukar det undersökta (utvidgade systemet) omfatta avfallsförbränning, alternativ energiproduktion, plaståtervinning och jungfrulig plastproduktion. När man jämför olika system (t.ex. förbränning av plast och återvinning av plast) ska varje system kunna producera samma energimängd (värme och elektricitet) och samma mängd plast (från plastavfall eller jungfrulig plast). Det gör att de system som studeras i livscykelanalyserna omfattar flera olika kringssystem utöver de kärnsystem som fallstudierna är inriktade mot.

Monetära värderingar för beräkningar

- För att beräkna värdet av att släppa ut ett ton CO₂ har projektet valt att använda värderingar som är vanliga inom transportsektorn. I första hand har värderingen som rekommenderas inom Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkylvärden (ASEK) motsvarande 1 140 kr/ton CO₂ använts. Detta belopp speglar CO₂-skatten för transportsektorn i Sverige (Trafikverket, 2016).
- För värderingar av påverkan av utvinning av kol respektive olja finns det ett betydligt mindre utbud av förslag av monetära värderingar än i fallet med utsläpp av CO₂. Detsamma gäller för kopparutvinning. Valet gjordes därför att använda Environmental Priority Strategies (EPS) databas över skadekostnader för utvinning av olja och kol. Värderingarna landar på ungefär 1 500 kr/ton för kol respektive 4 390 kr/ton olja (EPS, 2015). Osäkerheten i dessa siffror har bedömts inom EPS och mer om dessa bedömningar går att läsa om i CPM (1999). För kopparutvinning är dock osäkerheten så pass hög att vi har valt att inte ta med den i våra beräkningar.
- Varför dessa val av värderingar har gjorts förklaras i Bilaga C.

Avgränsningar i den samhällsekonomiska konsekvensanalysen

- Analysen är avgränsad till att beräkna värdet av de externa effekterna av CO₂-utsläpp och förändringarna i mängd utvunnen olja och kol.
- I rapporten har vi även delat upp CO₂-utsläppen i tre kategorier: primärt fossilt, återvunnet fossilt och biogent. Inom EU ETS är det enbart de fossila utsläppen som inkluderas, därav har vi också valt att enbart värdera de fossila utsläppen.
- Utöver förändringen i EU ETS har vi antagit att inga andra styrmedelsförändringar sker som påverkar företagen.

2 Styrmedel - bakgrund

2.1 Styrmedel: EU ETS

EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU ETS) lanserades 2005 och är ett marknadsbaserat styrmedel som syftar till att minska EU:s klimatpåverkande utsläpp (växthusgaser, GHG) för att nå uppsatta klimatmål. Tanken är att länder och företag som ingår i handelssystemet ska ges möjlighet att kunna välja mellan att själva utföra utsläppsminskande åtgärder för att uppnå sina mål, eller köpa motsvarande mängd utsläppsrätter på marknaden (från en säljare/aktör som utför de utsläppsminskande åtgärderna till en lägre kostnad). Syftet är att man tillsammans ska klara att uppnå klimatmålen till så låg kostnad som möjligt genom att åtgärder med de lägsta kostnaderna genomförs först.

Vi är idag inne i den tredje handelsperioden som löper mellan 2013 till 2020. Alla EU:s idag 28 medlemsländer samt Norge, Island och Liechtenstein deltar i EU ETS och omfattar ca 11 000 anläggningar inom sektorerna el-och värmeproduktion och energiintensiv industri⁴, se Tabell 1. Totalt omfattas ungefär 45 procent av alla EU:s GHG-utsläpp av EU ETS. Målet är att till 2020 uppnå en minskning av GHG på 21 procent inom dessa sektorer i jämförelse med utsläppen år 2005. Detta innebär en årlig minskning på 1,74 procent mellan år 2013 och 2020 (EC, 2015).

Det är utsläppsrätter, eller emission allowances (EUA), som fungerar som valutan i EU ETS och dessa ges ett värde genom att tillgången begränsas. En EUA motsvarar rätten att släppa ut ett ton CO₂ eller motsvarande mängd (CO₂-e) av de två övriga GHG (N₂O och PFC:s) som ingår i EU ETS. Deltagarna i EU ETS (företagen) har krav på sig att deras årliga utsläpp av GHG måste balanseras av motsvarande mängd utsläppsrätter. En del utsläppsrätter kan företagen få genom fri tilldelning från nationella myndigheter (i Sveriges fall är det Naturvårdsverket). Övriga utsläpp måste de täcka genom att köpa utsläppsrätter eller använda tidigare sparade utsläppsrätter. Företag som å andra sidan har fått fler tilldelade utsläppsrätter än vad som motsvarar deras verkliga utsläpp, kan antingen spara de överskjutande utsläppsrätterna, eller sälja dem (EC, 2015).

Till skillnad från föregående handelsperioder, då utsläppsrätterna till allra största del tilldelades fritt baserade på historiska utsläpp, finns det en strävan att auktionera ut en allt större andel av utsläppsrätter under tredje handelsperioden (2013-2020). Ungefär 57 procent av det totala antalet utsläppsrätter kommer auktioneras ut under denna period. Det är vid dessa (dagliga) auktioner som priset för utsläppsrätter sätts och bestäms av tillgången och efterfrågan. Priset för utsläppsrätter har fluktuerat under åren, och ligger idag på ca €5 per EUA (EEA, 2016; EEX, 2017).

Fortfarande har dock de flesta sektorer som ingår i EU ETS en hög andel fri tilldelning av utsläppsrätter⁵, även om andelen skall minska under perioden. Den fria tilldelningen av utsläppsrätter utgår i denna period på EU-gemensamma produktriktvärden som baseras på de mest effektiva anläggningarna för olika specifika produktområden (i dagsläget finns 52 produktriktvärden definierade). I princip skall den fria tilldelningen minska från 80 procent till 30 procent under perioden 2013-2020, men sektorer och delsektorer som anses utsatta för en hög risk för CO₂-läckage⁶

⁴ Sedan 2012 ingår även flygoperatörer i handelssystemet (idag begränsat till flygningar inom handelsområdet), men dessa omfattas av ett specifikt utsläppstak.

⁵ Det är enbart elproducenter som inte har någon fri tilldelning av utsläppsrätter.

⁶ Med CO₂-läckage (carbon leakage) avses att företag flyttar produktion till länder med lägre eller inga begränsningar av CO₂-utsläpp för att undvika dessa merkostnader.

har en fortsatt hög tilldelning (i dag ingår 170 sektorer och delsektorer i denna klass, vilket omfattar en mycket hög andel av de industriella utsläppen) (EC, 2015).

I Sverige omfattas idag 749 anläggningar av EU ETS. Huvuddelen av dessa anläggningar ingår i el- och värmesektorn (72 %) men sett till utsläpp representerar de enbart ca 22 procent (Naturvårdsverket, 2017b). De sektorer som har de högsta utsläppen av växthusgaser är tackjärn- och stålsektorn, mineralsektorn (starkt dominerade av cement- och kalkproduktion) samt raffinaderier. Under den första halvan av aktuell handelsperiod har de svenska anläggningarna, generellt sett, haft ett stort överskott av utsläppsrätter och speciellt gynnade har biobränsleeldade energianläggningar och pappers- och massaindustrin varit. Den totala mängden CO₂-utsläpp från anläggningar som ingår i handelssystemet uppgick år 2015 till 19,24 miljoner ton, men detta underskred trots allt den fria tilldelningen detta år av 25,6 miljoner utsläppsrätter (Naturvårdsverket, 2016). En stor mängd utsläppsrätter kan därför säljas, eller sparas till kommande år.

Tabell 1. Övergripande sammanfattning av EU ETS inom EU och Sverige.

	Omfattning	Branscher	Utsläpp	Utsläppsrätter
EU	<ul style="list-style-type: none"> · Ca 11000 energi- och industriella anläggningar · EU-28 + Island, Norge, Liechtenstein · Ca 45 % av de totala växthusgasutsläppen i EU 	<ul style="list-style-type: none"> · Förbränningsanläggningar >20MW · Mineraloljeraffinaderier · Koksverk · Järn- och stålindustri · Mineralindustri (cement, kalk, glas, keramik) · Pappers- och massaindustri · Aluminiumindustri · Viss kemiindustri · Flygsektorn (inom Europa) 	<ul style="list-style-type: none"> · CO₂ · N₂O · PFC · Gemensamt tak år 2013 på 2084 Gt CO₂-e med årlig minskning om 1,74 %. Separat tak för flyget 	<p><u>Fördelning</u> Auktionering skall vara "standard" genom auktionering (under perioden ca 50 %).</p> <p><u>Fri tilldelning</u> · Baserat på produktivvärden · Ingen fri tilldelning till elproduktion. · Fri tilldelning minskar från 80 % till 30 % (år 2020)</p>
Sverige	<ul style="list-style-type: none"> · Ca 750 energi- och industriella anläggningar · Ca 35 % av totala växthusgasutsläpp i Sverige 	Som ovan med tillägg: <ul style="list-style-type: none"> · Förbränningsanl. (inkl. samförbr.) <20MW men anslutna till ett fjärrvärmenät >20MW · Avfallsförbränningsverk klassas som samförbränning 	Som ovan	Som ovan

2.2 Övriga styrmedel

Styrmedel är ett verktyg för att ingripa och styra marknaden åt önskat håll när det förekommer så kallade marknadsmisslyckande. Det finns olika typer av marknadsmisslyckanden. Ett exempel är asymmetrisk information, d.v.s. att fullständig information inte finns för alla berörda parter, medan ett annat är att det finns externa effekter, d.v.s. när en verksamhet eller beteende på marknaden påverkar andra individers nytta, som inte prissätts på marknaden såsom utsläpp av luftföroreningar. Styrmedel brukar delas in i följande kategorier:

- Administrativa: exempelvis regler, lagar och planering
- Ekonomiska: exempelvis skatter och subventioner
- Informativa: exempelvis miljömärkningar

Nedan listas potentiella styrmedel för att öka materialåtervinningen med (specifikt) fokus på plastavfall. Listan baseras på en litteraturgenomgång, diskussioner som förts med referensgruppen under projektets gång samt pågående parallellt projekt Constructivate som finansieras av Mistra inom programmet Closing the loop.

Administrativa styrmedel:

- *Krav på återvinning av återvinningsbara material.* Avser krav på att en viss mängd material som definierats som tekniskt och praktiskt möjliga att materialåtervinna ställs. Syftet är att styra bort från förbränning av dessa material. Införande i en stegvis process, där fler och fler material definieras som återvinningsbara, är möjlig.
- *Krav på design för återvinning och återvunna material,* t.ex. vid offentlig upphandling. Detta krav innebär att kriterier på en produkt exempelvis ska inkludera möjligheten att demontera och användning av enhetliga material som lätt kan återvinnas.
- *Krav på visst innehåll av återvunnen råvara i nya produkter* (inom vissa produktkategorier). Med syfte att fungera som dragkraft för att öka efterfrågan på återvunnet material, vilket ökar incitamenten för återvinning.
- *Certifieringssystem och standarder för återvunna material.* Med syfte att kvalitetsäkra återvunnet material för ökad materialåtervinning. Det är viktigt för producenter att kunna förlita sig på materialet för att våga använda det i sina processer.

Ekonomiska styrmedel:

- *Återvinningscertifikat.* Certifikatet innebär att de som använder en viss mängd återvunnet material i nya produkter kan få certifikat utfärdat motsvarande den vikt av det återvunna material som de använt. Staten bestämmer en kvotplikt på användarsidan som anger hur mycket av den totala materialanvändningen som ska vara baserad på återvunnet material. Dessa certifikat kan sedan köpas och säljas (vilket ger en extra intäkt till de som återvinner material) på en fri marknad, likt det el-certifikatsystem som styr mot ökad produktion av förnyelsebar energi i Sverige. Ett materialåtervinningscertifikat skapar incitament till en ökad resurshushållning samtidigt som användning av återvunnet material blir mer ekonomiskt motiverat.
- *Förbränningsskatt.* Detta styrmedel avser antingen en skatt på förbränning av avfall för ökad styrning mot materialåtervinning generellt eller som skatt på specifikt förbränning av fossilt brännbart material (dvs. liknande en klimatskatt).
- *Momsbefrielse/reduktion.* Syftar till att ge befrielse från eller minskad moms för den som använder mer än en viss andel återvunnet material i sina produkter. Detta kan vara ett sätt att ge en ökad efterfrågan på återvunna material.
- *Råvaruskatt.* En råvaruskatt på jungfruliga material syftar till att öka attraktionen hos återvunna material genom att skapa en större prisskillnad mellan produkterna, dvs. mellan jungfrulig råvara och återvunnen.

Informativa styrmedel:

- *Information om källsortering.* För att öka källsorteringen är det viktigt att allmänheten är tillräckligt medvetna, och därför behövs ökad information till hushållen. Studier visar dock att bara information sällan är effektivt som styrmedel, utan behöver kombineras med ett annat administrativt eller ekonomiskt styrmedel för att ge effekt.

I projektets inledande fas gjordes en översiktlig litteraturgenomgång för att se vilka andra studier som genomförts där man tagit fram förslag och utvärderat styrmedel som syftar till att nå ökade materialåtervinningsgrader. Förutom denna typ av studier har även statliga utredningar som lyfter upp relevanta styrmedel tagits del av för att ge bakgrund till vilka styrmedel som finns på plats idag och som kopplar till materialåtervinning samt energiåtervinning. I forskningsprogrammet *Hållbar avfallshantering* (Ekvall och Malmheden, 2012), som pågick mellan 2006-2012, arbetade man med att samla, utveckla och utvärdera idéer till styrmedel som skulle kunna bidra till en mer hållbar avfallshantering i samhället. Inom programmet kom man fram till att utav de utvalda styrmedlen var det styrmedelsförslaget *Krav på återvinning av återvinningsbara material* som verkade kunna ge störst miljövinst. Ett sådant styrmedel innebär att ett nästa steg tas från dagens förbud mot deponering av organiska och brännbara material. Det ligger i linje med avfallshierarkin och medför att det kan komma att ställas krav på att vissa material ska materialåtervinnas. De utvärderingar som gjordes indikerade att kostnaderna skulle öka men inte så mycket att de ansågs vara orimligt höga jämfört med miljövinster. För att försöka öka efterfrågan på återvunnet material gav man som förslag att styrmedel såsom *Råvaruskatter* och *Återvinningscertifikat* kan användas. Dock såg man att de två sistnämnda styrmedlen endast ger en liten effekt på materialåtervinningen. En slutsats man drog var att ifall materialåtervinningen ska öka behöver olika styrmedel kombineras som ser till att både även tillgången på återvunnet material ökar. I Bilaga D ges korta summeringar av ett antal relevanta studier och utredningar.

3 Fallstudier

Tre fallstudier har legat till grund för att studera effekten av att anpassa EU ETS till att premiera användningen av återvunnen fossil råvara. De tre fallstudierna ger tillsammans en relativt bred spridning och täcker in flera delar av en möjlig värdekedja.

Fallstudie 1 bygger på Scandinavian Enviro Systems (Enviro) process och anläggning i Åsensbruk. Fallstudien representerar ett returraffinaderi som har ett inflöde av material baserade på återvunnen fossil råvara (uttjänta fordonsdäck). I processen utvinns och produceras återvunna fossila råvaror och fallstudien är därför ett exempel på en typ av materialåtervinning. Fallstudie 2 baseras på en av Bolidens processer på Rönnskärsverken i Skelleftehamn där delar av dagens användning av primära fossila råvaror som används som reduktionsmedel skulle kunna bytas ut mot återvunna fossila råvaror. Fallstudie 3 representeras av Renovas avfallskraftvärmeverk i Göteborg. Här förbränns avfall som exempelvis plast som inte har sorterats ut vid källan och den utvunna energin tas tillvara för att producera fjärrvärme och el som levereras till omgivande fjärrvärmenät. Denna process innebär således energiåtervinning. Genom de tre fallstudierna finns alltså materialåtervinning, slutanvändare av återvunnet material samt energiåtervinning representerade. Fallstudierna och de processer de bygger på presenteras närmare nedan.

3.1 Fallstudie 1: Enviros materialåtervinning av uttjänta däck

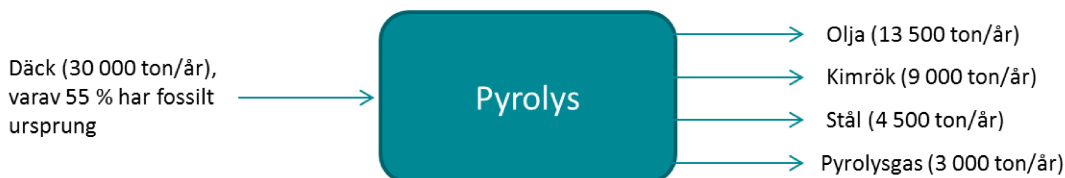
3.1.1 Beskrivning av verksamhet

Enviros affärsidé är att pyrolysera uttjänta däck och utvinna samt sälja kimrök. Samtidigt som kimrök utvinns, produceras också pyrolysolja, stålskrot samt pyrolysgas. I sin nuvarande anläggning i Åsensbruk tar man emot omkring 6 000 ton däck på årsbasis. Materialet som tas emot (de uttjänta däcken) har i genomsnitt till 55 procent ett fossilt ursprung (syntetiskt gummi) och till 45 procent ett biogent ursprung (naturgummi) (Ershag, 2017). Kimrök är den affärsmässigt viktigaste produkten och motsvarar ca 30 procent av ingående råvara (mätt i vikt). Kimröken säljs och används som färgpigment i gummibaserade produkter. Pyrolysoljan står dock för de största av de utgående mängderna motsvarande 45 procent av inkommande mängder. Oljan säljs idag vidare för uppberedning varefter den används som bränsle i cementindustrin. Dessutom får man ut en stålfraktion från däcken (motsvarande 15 % av ingående material) som säljs till stålindustrin. Från processen får man även ut pyrolysgas vars energiinnehåll tas tillvara i processen och som uppgår till omkring 10 viktsprocent av mottaget material.

Idag finns det ett producentansvar för däck vilket innebär att tillverkarna har ett juridiskt och ekonomiskt ansvar att däcken tas omhand på ett miljörättigt sätt (Naturvårdsverket, 2016). Av de drygt 85 000 ton däck som uppstod 2015 är det omkring 29 000 ton (34 %) som används som granulat på konstgräsplaner, lekplatser och ridbanor etc. (SDAB, 2015). Därefter var energiåtervinning i avfallskraftvärmeverk den största avsättningen år 2015 med 23 000 ton följt av användning som bränsle och tillsatsmedel i cementindustrin med knappt 15 000 ton. Användning som dränerings- och bärlager stod för omkring 10 000 ton (12 %) och omkring 7 000 ton (8 %) användes som sprängmattor och fendorar m.m. (SDAB, 2015).

3.1.2 Indata och förutsättningar

Enviros anläggning har en för liten kapacitet för att inkluderas i EU ETS varför anläggningen i detta projekt skalats upp fem gånger, d.v.s. till en årlig mottagning och hantering av 30 000 ton däck⁷. I Figur 1 visas en övergripande bild av verksamheten delvis baserad på dagens verksamhet, vilken legat till grund för beräkningarna och resultaten även om det ska ses som ett teoretiskt fall eftersom denna storlek på anläggning inte existerar idag.



Figur 1. Övergripande beskrivning av Enviros pyrolyprocess i fallstudie 1.

I dagsläget används pyrolysgasen samt extra tillsatt gasol i pyrolysgugnen. Enviro uppskattar dock att energieffektiviseringar kan genomföras så att extra gasol inte kommer behöva tillsättas utan att den

⁷ Enligt Förordning (2004:1205) om handel med utsläppsrätter (http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20041205-om-handel-med_sfs-2004-1205)

pyrolysgas som produceras kommer vara tillräcklig. Att ingen gasol behövs har legat till grund i beräkningarna. Dessutom används el i de olika processtegen motsvarande ca 400 kWh per behandlat ton avfall (inkommande däck).

Av den mängd däck som totalt tas emot är det således endast 3 000 ton i form av pyrolysgasen och förbränningen av denna som ger direkta CO₂-utsläpp från verksamheten. Av dessa 3 000 ton är det knappt 1 700 ton som bidrar till fossila CO₂-utsläpp eftersom ca 45 procent av mottagna mängder har ett biogent ursprung. De fossila CO₂-utsläppen från förbränning av gasen beräknas till drygt 4 400 ton CO₂ per år utifrån att en emissionsfaktor har uppskattats till 2,7 ton CO₂ per ton gas (utifrån antagandet att pyrolysgasen har 10 procent lägre emissionsfaktor än gasol). Utsläppen av CO₂ beräknas genom att den mängd gas som förbränns multipliceras med gällande emissionsfaktor. Det är således en mycket liten del av mottagna mängder som skulle påverkas av EU ETS. 4 400 ton CO₂ motsvarar utsläpp på 0,49 ton (fossilt) CO₂ per ton producerad kimirök.⁸

3.1.3 Tilldelning av utsläppsrätter

Enviros anläggning för framställning av kimirök från däck ingår idag inte i EU ETS-systemet. Som tidigare nämnts har vi i projektet antagit en kraftig uppskalning av produktionen och att de därmed skulle innefattas av handeln med utsläppsrätter. En uppskattning av eventuell fri tilldelning av utsläppsrätter för anläggningen måste därför göras. Denna uppskattning har utgått från EU:s vägledningsdokument för fri allokering av utsläppsrätter (EC, 2011a; EC, 2011b). Vi har inom detta projekt förutsatt att anläggningen hade klassats som en kimiröksproducent (se ovan) och att ett befintligt framtaget sektorspecifikt riktvärde därför kan användas. Tilldelningen antas minska linjärt från basåret 2013 till år 2020 (slutår i EU ETS fas 3) utifrån givna värden i vägledningsdokumentet (EC, 2011a). Hänsyn har även tagits till indirekta emissioner från elanvändningen i processerna. Detta har resulterat i en uppskattning att Enviros tilldelning av fria utsläppsrätter år 2017 samt för år 2020 skulle motsvara 1,08 respektive 1,02 ton CO₂ per ton kimirök (se Bilaga A för beräkningar). Det kan noteras att detta ligger betydligt högre än de beräknade specifika fossila CO₂-utsläppen på 0,49 ton från Enviros verksamhet, vilket skulle innebära en möjlighet för företaget att sälja överskridande utsläppsrätter. Överskottet av utsläppsrätter kan till stor del kopplas till den stora andelen biogent material som används i processen och en jämförelse kan göras med exempelvis integrerade pappers- och massabruk och bioeldade fjärrvärmeverk som även de har haft en ekonomisk nytta av att ingå i utsläppshandelssystemet.

3.2 Fallstudie 2: Bolidens materialåtervinning i smältverk för metallframställning

3.2.1 Beskrivning av verksamhet

Fallstudien kring smältverk för metallframställning baseras på Boliden och företags anläggning Rönnskärsverken i Skelleftehamn, strax utanför Skellefteå. Rönnskärsverken består av ett flertal processer för framställning av metallerna koppar, guld, silver, bly och zink. Fallstudien avgränsas till

⁸ Anläggningen framställer även olja och stålskrot, men idag kan dessa klassas som restprodukter från processen och huvudprodukten är kimirök. Som förenkling har därför alla CO₂ utsläpp allokerats till kimiröksproduktionen och det branschspecifika riktvärdet har använts.

att studera processen "fumigverket" där den utgående huvudprodukten är zink i form av zinkklinkers. Råvaran in till fumigverket är interna slagger från den elektriska smältugnen samt stålverksstoff från stålverksindustrin. I fumigverket produceras ett stoff som går vidare till den efterföljande klinkerprocessen där zinklinkern produceras. Den framställda zinklinkern går sedan vidare till ett zinksmältverk. Anledningen till varför fallstudien avgränsas till fumigverket (med tillhörande klinkerprocess) är dels för att det är den enda processen i Rönnskärsverken som använder kol (en primär fossil råvara med potential att delvis ersättas av återvunnen fossil råvara), dels för att kunna gå in mer i detalj än om hela Rönnskärsverken skulle ligga till grund för studien.

3.2.2 Indata och förutsättningar

Figur 2 visar en övergripande materialbalans för Bolidens fumigverksprocess.

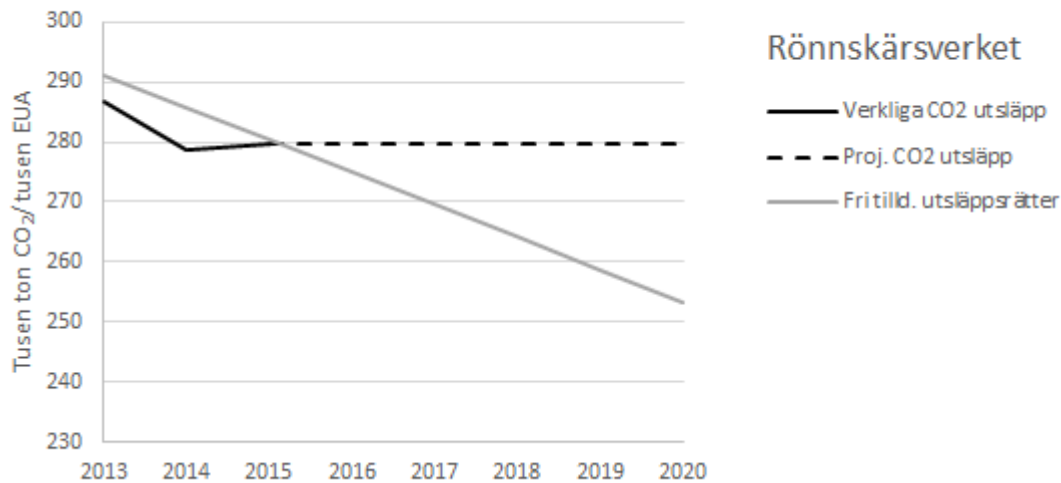


Figur 2. Övergripande beskrivning av Bolidens materialåtervinning (fumigprocess) i fallstudie 2.

I fumigverket används idag drygt 45 500 ton kol och 1 000 ton eldningsolja (EO1) per år. Kolet används som reduktionsmedel medan oljan används för energigenerering. Mängden processråvara i form av stålverksstoff uppgår till cirka 16 550 ton per år. Eftersom stålverksstoff är en restprodukt från stålverksindustrin klassas råvaran som återvunnet material, varför den CO₂ som avgår ifrån stoffet skulle kunna premieras vid en förändring av EU ETS enligt projektets upplägg. Den ingående slaggen ger inte upphov till några CO₂-utsläpp i processen. Med emissionsfaktorer om 2,85 ton CO₂ per ton kol och 3,16 ton CO₂ per ton EO1 avgår årligen knappt 132 800 ton CO₂ från fumigverket. Eftersom både kolet och eldningsoljan är primära fossila råvaror är också utsläppen från dessa i detta projekt klassade som primära fossila CO₂-utsläpp. Med en emissionsfaktor om 0,04 ton CO₂ per ton stålverksstoff ger processen i fumigverket upphov till 622 ton sekundära fossila CO₂-utsläpp per år.

3.2.3 Tilldelning av utsläppsrätter

Rönnskärsverken har ingått i EU ETS sedan starten 2005, och får en tilldelning av fria utsläppsrätter beslutat av Naturvårdsverket. Denna fria tilldelning har successivt minskat sedan 2013 (första året i innevarande handelsperiod). Dock tillhör Rönnskärsverken en bransch som anses vara exponerad för risk för så kallat CO₂-läckage, och minskningen av den fria tilldelningen är begränsad till ungefär 2 procent per år. Under denna tredje handelsperiod fram till 2015 har Rönnskärsverket haft ett överskott av utsläppsrätter och har därmed inte haft några kostnader för att anskaffa utsläppsrätter. Om vi däremot antar att de verkliga utsläppen även i framtiden kommer ligga kvar på dagens (År 2015) nivå, kommer dock ett underskott uppstå (och utsläppsrätter måste köpas in om inte sparade rätter kan utnyttjas). För år 2017 skulle detta innebära att ca 3,6 procent av utsläppen ligger utöver den tilldelade kvoten.



Figur 3. Historiska och framtida tilldelning av fria utsläppsätter till Rönnskärsverket i jämförelse med anläggningens historiska CO₂ utsläpp fram till 2015 och anläggningens utsläpp är därefter antagna konstanta fram till 2020. Källa Naturvårdsverket (2017a; 2017b).

Tilldelningen av utsläppsätter beslutas per anläggning, d.v.s. hela Rönnskärsverket, och någon uppdelning på delanläggning/process görs inte. För att allokeras behovet av att köpa nya utsläppsätter för de olika delanläggningarna antas att förhållandet mellan behov av utsläppsätter och fossila CO₂-utsläpp är detsamma som för Rönnskärsverket i stort, d.v.s. 3,6 procent år 2017.

3.3 Fallstudie 3: Renovas energiåtervinning genom avfallsförbränning

3.3.1 Beskrivning av verksamhet

Denna fallstudie behandlar energiåtervinning och är baserad på Renovas avfallskraftvärmeverk i Sävenäs, beläget i Göteborgs kommun. Renova är ett kommunalägt avfalls- och återvinningsbolag verksamt i Västsverige med Göteborg som bas. Renovas övergripande uppdrag är att bidra till en hållbar utveckling i ägarkommunerna och omställning till ett kretsloppssamhälle genom omvandling av avfall till råvara och energi. Renovas uppdrag vad gäller avfallskraftvärmeverket är att ta emot och destruera avfall och genom förbränning återvinna detta till energi i form av fjärrvärme och el som levereras till Göteborg Energis fjärrvärmenät respektive till elnätet.

3.3.2 Indata och förutsättningar

Figur 4 visar en övergripande sammanställning över Renovas avfallskraftvärmeverksprocess.

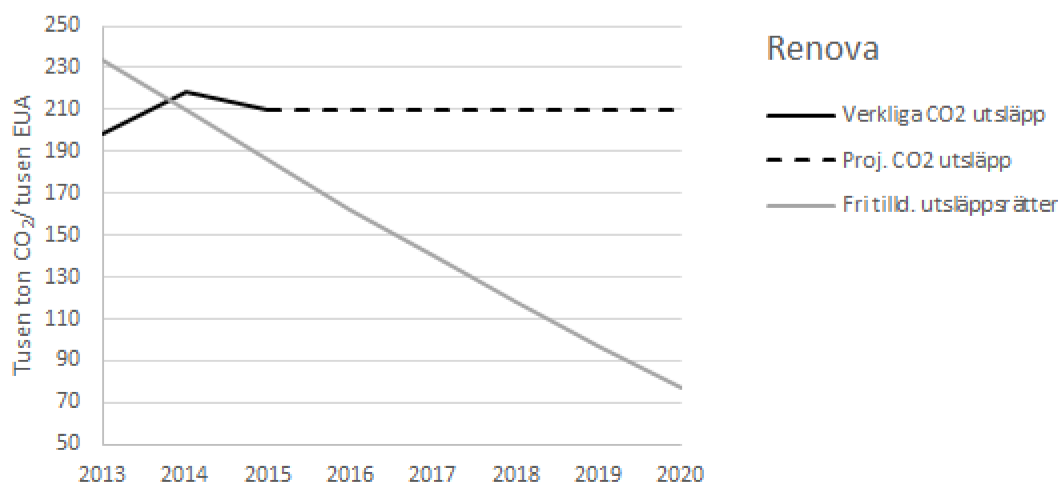


Figur 4. Övergripande beskrivning av Renovas avfallskraftvärmeverk i fallstudie 3.

I fallstudien har data för avfallskraftvärmeverket från 2015 använts. Den avfallsmix som fallstudien baseras på avspeglar därför 2015 års sammansättning. Under 2015 behandlades totalt 532 524 ton brännbart avfall i avfallskraftvärmeverket. Den brännbara delen av avfallet kan delas upp i en fossil respektive biogen materialfraktion beroende på vilket ursprung de ingående komponenterna har. Den genomsnittliga fördelningen som används för dessa är 29,4 procent fossilt respektive 70,6 procent biogent. Fördelningen mellan fossilt och biogent baseras på en studie gjord av Mohn et al. (2008). Eftersom biogena CO₂-utsläpp är undantagna i EU ETS tar fallstudien endast hänsyn till de CO₂-utsläpp som kan tillskrivas den fossila delen av de mottagna mängderna. I avfallskraftvärmeverket används också en viss mängd eldningsolja (EO1) vid uppstart och nedsläckning av förbränningspannan. 2015 uppgick denna mängd till 753 ton. Med en emissionsfaktor på 3,16 ton CO₂ per ton EO1 ger denna förbrukning årligen upphov till knappt 2 400 ton CO₂-utsläpp. De CO₂-utsläpp som avgår från förbränning av den fossila delen av ingående avfall uppgår till drygt 207 700 per år. Under 2015 producerades 1 504 GWh fjärrvärme och 270 GWh el från anläggningen. Detta innebär att omkring 37 procent av Göteborgs årsbehov av fjärrvärme kommer från denna anläggning.

3.3.3 Tilldelning av utsläppsrätter

Renovas avfallskraftvärmeverk ingår i EU ETS under den tredje handelsperioden eftersom Sverige har valt att inkludera avfallsförbränningsanläggningar även om dessa inte omfattas i handelsdirektivet på övergripande EU-nivå. Avfallsförbränning anses inte utsatt för risk för s.k. CO₂-läckage och den fria tilldelningen av utsläppsrätter minskar från 80 procent år 2013 till 30 procent år 2020 (jämfört med riktvärdet). I början av perioden hade Renova ett överskott av utsläppsrätter, men med den kraftigt reducerade fria tilldelningen kommer anläggningen behöva täcka större andelen av sina utsläpp med köpta utsläppsrätter (se Figur 5).



Figur 5. Historiska och framtida tilldelning av fria utsläppsrätter till Renova i jämförelse med anläggningens historiska CO₂ utsläpp fram till 2016. Anläggningens utsläpp är därefter antagna konstanta fram till 2020. Källa Naturvårdsverket (2017a; 2017b).

4 Studerade och utvärderade scenarier

De tre fallstudierna utvärderas utifrån olika scenarier. Scenarierna är baserade på olika prisutvecklingar för utsläppsrätter samt antagandet att användningen av återvunnen fossil råvara premieras framför primär fossil råvara i EU ETS. Premieringen innebär att en omvandlingsfaktor för CO₂-utsläpp från återvunnen fossil råvara om 0,5 införs, vilket innebär att det endast behövs hälften så många utsläppsrätter för att släppa ut en viss mängd CO₂ från återvunnen fossil råvara jämfört med motsvarande mängd CO₂ från primär fossil råvara. Detta kan jämföras med CO₂-utsläpp från biogena råvaror som antas vara 0 (eftersom de inte ingår i EU ETS) och där CO₂-utsläpp från primära fossila råvaror på motsvarande sätt har omvandlingsfaktorn 1 eftersom alla sådana CO₂-utsläpp ska täckas med utsläppsrätter. Denna typ av premiering leder indirekt till en kostnadsminskning för de utsläpp som härstammar från återvunnen fossil råvara. Det kommer med andra ord vara billigare att släppa ut CO₂ från återvunnen fossil råvara jämfört med primär fossil råvara.

De olika förändringsscenarierna togs fram i samråd med problemägarna⁹. Det första scenariot (Scenario 1) är ett business-as-usual scenario och fungerar därför som en referens till övriga tre scenarier. I detta fall används ett pris på utsläppsrätter som motsvarar dagens nivå (50 SEK per utsläppsrätt) och ingen premiering av återvunnen fossil råvara förekommer. I det andra scenariot (Scenario 2) behålls dagens prisnivå på utsläppsrätter, men en premiering av CO₂-utsläpp från återvunnen fossil råvara införs. I Scenario 3 och 4 antas ett utsläppspris motsvarande 500 SEK vilket är en kraftig höjning jämfört med dagens nivå. Detta val av pris görs för att stressa systemet och kan jämföras med det CO₂-pris som anses vara nödvändigt för att på kort sikt få till stånd en kraftig minskning av CO₂-utsläpp i systemet (Rockström et al., 2017). Precis som i Scenario 2 införs samma typ av premiering för återvunnen fossil råvara i Scenario 4. Eftersom den fria tilldelningen av utsläppsrätter kan ha stor inverkan på det ekonomiska utfallet, och denna tilldelning skall minska med åren, gjordes valet att studera tre fall för varje scenario: en tilldelning motsvarande den för år 2017 respektive den för år 2020, samt ett fall då ingen fri tilldelning sker. Det sista fallet kan även ses som ett stresstest av systemet eftersom man skulle få betala för samtliga CO₂-utsläpp. Punktlistan nedan sammanfattar de olika scenarierna.

- Scenario 1: *Pris på utsläppsrätter 50 SEK, ingen premiering av återvunnen fossil råvara.* Detta scenario är referensläget där ingen förändring av EU ETS sker och priset på utsläppsrätter är detsamma som dagens nivå.
- Scenario 2: *Pris på utsläppsrätter 50 SEK, premiering av återvunnen fossil råvara.* En omvandlingsfaktor om 0,5 för återvunnen fossil råvara införs. Priset på utsläppsrätter är samma som dagens nivå.
- Scenario 3: *Pris på utsläppsrätter 500 SEK, ingen premiering av återvunnen fossil råvara.* Priset på utsläppsrätter höjs kraftigt, men inga övriga förändringar av EU ETS görs.
- Scenario 4: *Pris på utsläppsrätter 500 SEK, premiering av återvunnen fossil råvara.* Samma kraftigt höjda pris på utsläppsrätter som i Scenario 3 och en omvandlingsfaktor om 0,5 för återvunnen fossil råvara införs.

⁹ Problemägarna har i detta fall varit representanter för de olika fallstudierna (fallstudieägarna), övriga deltagare i referensgruppen samt projektgruppen.

5 Resultat

5.1 Fallstudie 1: Enviros materialåtervinning av däck

5.1.1 Skapade ekonomiska incitament vid en förändring av EU ETS

I Tabell 2 visas den ekonomiska påverkan som en förändring av EU ETS skulle ha på Enviro för respektive scenario om verksamheten skulle fortsätta att drivas på samma sätt som idag. Tabellen illustrerar vilka ekonomiska incitament som skapas i respektive scenario för att ta emot en större mängd återvunna fossila råvaror än vad man gör idag. De ekonomiska incitamenten redovisas som hur stor kostnaden för EU ETS skulle utgöra av den totala produktionskostnaden samt hur produktionskostnaden skulle förändras jämfört med dagens produktionskostnad (Scenario 1). På grund av affärsmässiga skäl är kostnaderna presenterade i ett intervall.

Som tidigare nämnts skulle Enviro vid en fri tilldelning av utsläppsrätter, inte behöva använda alla tilldelade utsläppsrätter. Detta skulle innebära en intäkt jämfört med idag alternativt att verksamheten sparar överskottet till framtida produktionsökningar. Eftersom påverkan från EU ETS är satt i förhållande till produktionskostnaden har studien utgått ifrån att en intäkt från EU ETS skulle minska produktionskostnaden med bibehållen lönsamhet. I och med att Enviro kan sälja utsläppsrätter skulle man gynnas ekonomiskt vid en premiering eftersom man då skulle behöva ett färre antal utsläppsrätter för att täcka sina utsläpp. Att produktionskostnaden minskar anges i Tabell 2 som negativa värden.

Tabell 2. Uppkomna kostnader för EU ETS för respektive scenario och hur kostnaderna förhåller sig till den totala produktionskostnaden vid materialåtervinning av däck hos Enviro (fallstudie 1). Ett positivt värde innebär en ökad kostnad medan ett negativt värde däremot innebär en intäkt jämfört idag.

Kostnader	Pris på utsläppsrätter SEK 50		Pris på utsläppsrätter SEK 500	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering(%)
Kostnad EU ETS baserat på 2017 års fria tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	0 till 1	-1 till 0	-5 till -10	-5 till -10
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till 0	-5 till -10	-5 till -10
Kostnad EU ETS baserat på 2020 års fria tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	0 till 1	-1 till 0	-5 till -10	-5 till -10
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till 0	-3 till -5	-5 till -10

Kostnad EU ETS utan någon fri tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	0 till 1	0 till 1	3 till 5	1 till 3
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till 0	3 till 5	1 till 3

Med dagens låga pris på utsläppsrätter skulle en premiering inte innebära en speciellt stor skillnad för Enviro, både vid fri tilldelning och om man skulle betala för samtliga sina CO₂-utsläpp. EU ETS andel av den totala produktionskostnaden är mindre än en procent och förändringen i produktionskostnaden är i det närmaste obefintlig.

Vid ett högre pris på utsläppsrätter skulle dock intäkterna från EU ETS bli relativt stora i förhållande till den totala produktionskostnaden i de två fallen med fri tilldelning och utan någon premiering. Vid en premiering skulle ytterligare intäkter från utsläppsrätter fås vilket skulle ge ytterligare minskade produktionskostnader jämfört med Scenario 1. Notera att erhållna skillnader vid en premiering inte alltid är synligt i tabellen ovan. Detta gäller de fall när skillnaderna ligger inom samma storleksintervall som angivits på grund av att den exakta produktionskostnaden inte kan redovisa på grund av affärsmässiga skäl.

Skulle Enviro betala för all fossil CO₂ i fallet med ett högre pris på utsläppsrätter och utan någon premiering skulle EU ETS endast stå för omkring 3-5 procent av de totala produktionskostnaderna vilket skulle innebära en motsvarande ökning (3-5 %) av dagens produktionskostnader. Anledningen till den förhållandevis låga kostnaden för EU ETS utan någon fri tilldelning är som tidigare nämnts att det endast är 45 procent av inkommande råvara som har ett fossilt ursprung samt att det enbart är förbränning av pyrolysgasen, motsvarande 10 procent av inkommande mängder, som ger upphov till CO₂-utsläpp.

I och med att Enviro skulle kunna sälja utsläppsrätter skulle man gynnas ekonomiskt om man omfattades av EU ETS (utifrån givna antaganden och förutsättningar). Därmed skulle man stärka sin konkurrenskraft gentemot andra användningsområden som förekommer idag, och som inte ingår i EU ETS, som exempelvis granulat till fotbollsplaner samt ridbanor som står för en betydande del av de däck som materialåtervinns. Vad beträffar cementindustrin, som också tar emot stora mängder uttjänta däck och är med i EU ETS, har industrin fått ekonomiska lättnader i systemet p.g.a. risken att man annars flyttar sin verksamhet utanför Europa. Avfallsförbränningsanläggningar (med energiåtervinning) som tar emot stora mängder uttjänta däck ingår också i EU ETS och kommer att påverkas av en premiering av CO₂ utsläpp från återvunna fossila råvaror. Eftersom de flertalet av avfallsförbränningsanläggningarna i Sverige är (eller komma vara) tvungna att köpa utsläppsrätter (Naturvårdsverket, 2017a) bedöms pyrolys av uttjänta däck stärka sin konkurrenskraft gentemot energiåtervinning. Dock bedöms inte en minskning av produktionskostnaden och därmed mottagningsavgiften vara avgörande för hur stora mängder däck som tas emot utan den avgörande faktorn är efterfrågan på kimrök (Ershag, 2017).

5.1.2 Inverkan på scenarier

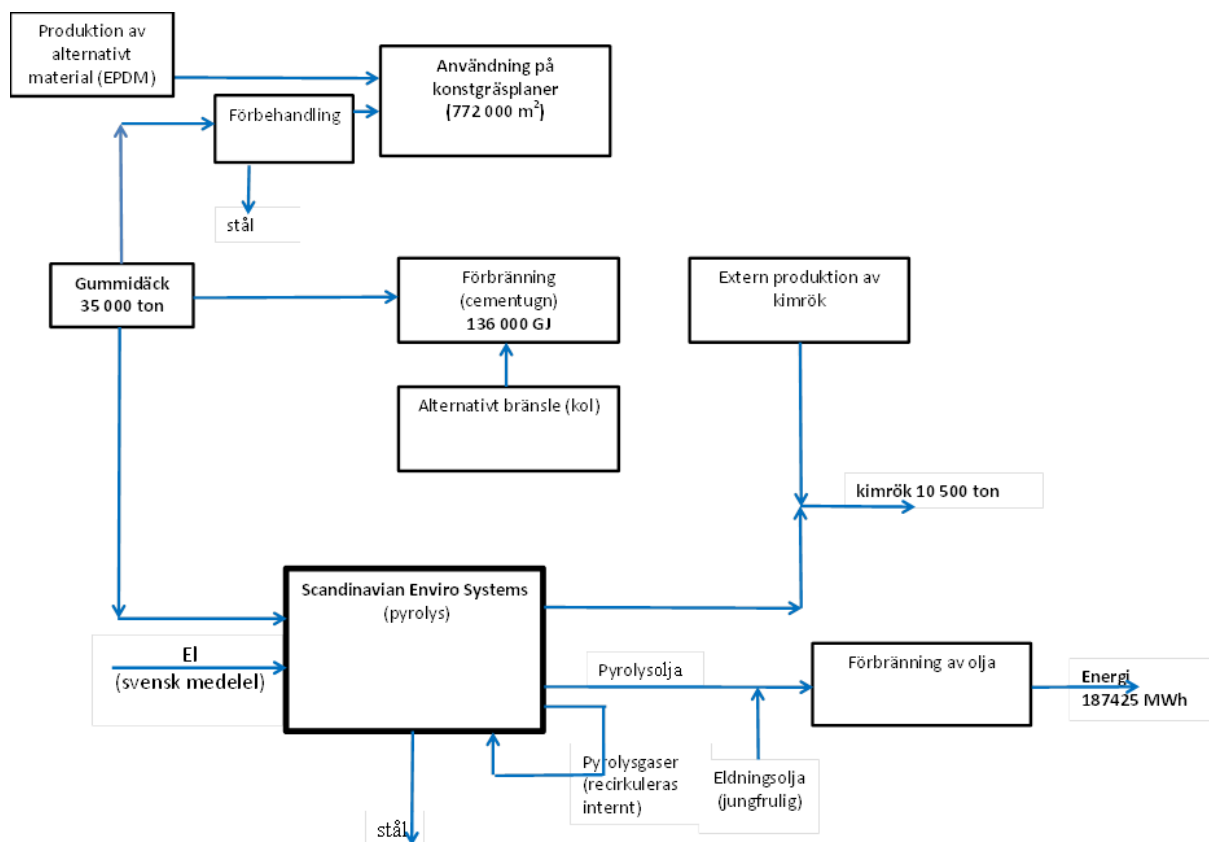
Baserat på resultaten, givet antaganden som gjorts samt baserat på diskussion med fallstudieägaren, bedöms EU ETS inte skapa tillräckliga incitament för Enviro att förändra verksamheten och använda fossil återvunnen råvara i större utsträckning än idag, oavsett scenario.

Som tidigare nämnts behöver Enviro vid nuvarande samt 2020 års fria tilldelning inte använda samtliga tilldelade utsläppsrätter, vilket hade inneburit en betydande intäkt för verksamheten. I och med detta skulle man kunna sänka produktionskostnaden och därmed stärka sin konkurrenskraft gentemot alternativa avsättningar för uttjänta däck. Detta skulle i sin tur kunna innebära en större marknadsandel jämfört med scenario 1 även om det är efterfrågan på kimröken som bedöms vara av störst betydelse.

Vid utvärdering av klimatpåverkan och den samhällsekonomiska nyttan har effekterna av att ta emot en större mängd uttjänta däck jämfört med Scenario 1 utvärderats som ett extra scenario (Scenario 5) på grund av den stärkta konkurrenskraften beskrivet i stycket ovan. För detta scenario har det uppskattats att man kommer att ta emot 35 000 ton däck d.v.s. ytterligare 5 000 ton jämfört med ovanstående två scenarier. Vid utvärderingen av klimatpåverkan och den samhällsekonomiska analysen har effekterna av att ta emot ytterligare 5 000 ton för pyrolys jämförts med två fall, ett där den alternativa hanteringen är användning som granulat i konstgräsplaner och ett fall där den alternativa hanteringen är som bränsle i cementindustrin.

5.1.3 Klimatpåverkan och påverkan på energiförbrukningen

Det studerade systemet vid utvärdering av klimatpåverkan och påverkan på den fossila energiförbrukningen visas i Figur 7.



Figur 6. Systemgränser vid miljöanalys av materialåtervinning genom pyrolys hos Enviro (fallstudie 1).

De viktigaste delarna i det studerade systemet är:

- Uttjänta däck behandlas enligt Enviros process, först med en mekanisk förbehandling följt av pyrolys. Som tidigare nämnts genererar processen:
 - kimrök
 - pyrolysgaser som recirkuleras internt
 - pyrolysolja som kan säljas som eldningsolja
 - stål (från däcken) som avyttras på skrotmarknaden
- Uttjänta däck kan även behandlas genom mekanisk bearbetning och resultera i följande produkter:
 - stål som avyttras på skrotmarknaden
 - gummigranulat som används som fyllnadsmedel på konstgräsplaner. Om man inte använder gummigranulat måste ett annat material användas (här har det antagits att EPDM (etylen-propylen-dien-monomer) är det alternativa materialet).
- Uttjänta däck kan användas som bränsle och järnkälla i cementindustrin. Däcken ersätter då kol som bränsle och olika typer av järnskrot och järnmaterial som järnkälla.
- Mängden stålskrot från däck antas vara samma i alla alternativ (samma mängder stål avskiljs ur däcken i förbehandlingen till pyrolysen och vid tillverkning av fyllnadsmedel till konstgräsplaner och vid användning i cementtugn).
- Kimrök är huvudprodukten och den antas gå till tillverkning av nya däck som annars skulle ha tillverkats från olja och gas på konventionellt sätt.
- Pyrolysoljan används som bränsle i extern anläggning och antas ersätta eldningsolja.

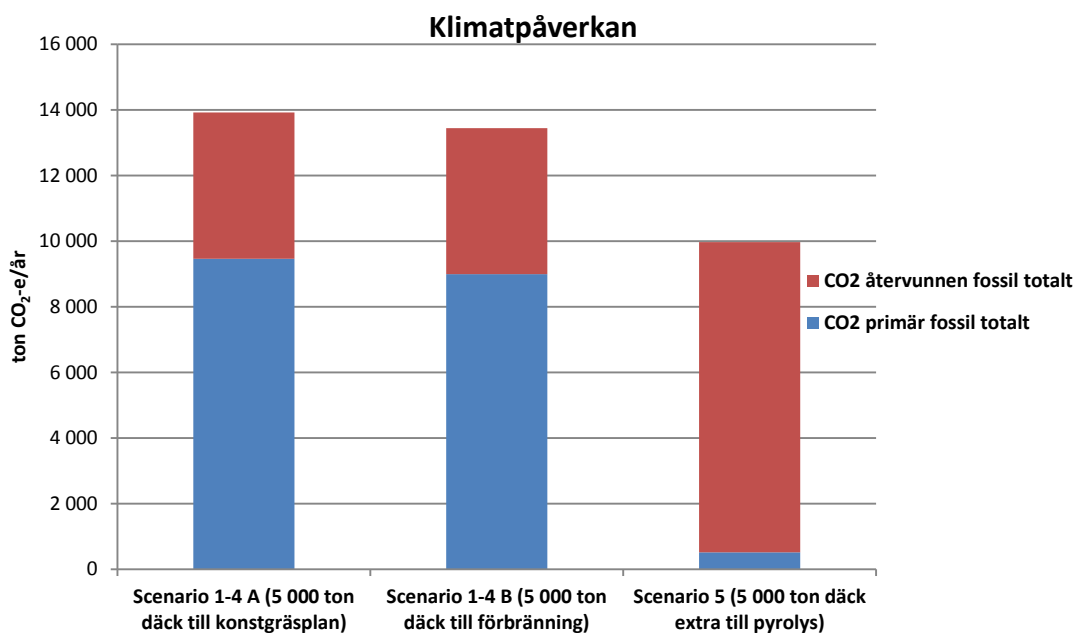
De funktionella enheterna är:

- 35 000 ton däck tas omhand i alla scenarier.
- Fyllnadsmedel för konstgräsplaner ekvivalent med 5000 ton däck.
- Bränsle till cementtugn ekvivalent med 5000 ton däck.
- Framställning av 10 500 ton kimrök
- Produktion av värme från eldningsolja eller pyrolysolja 187425 MWh

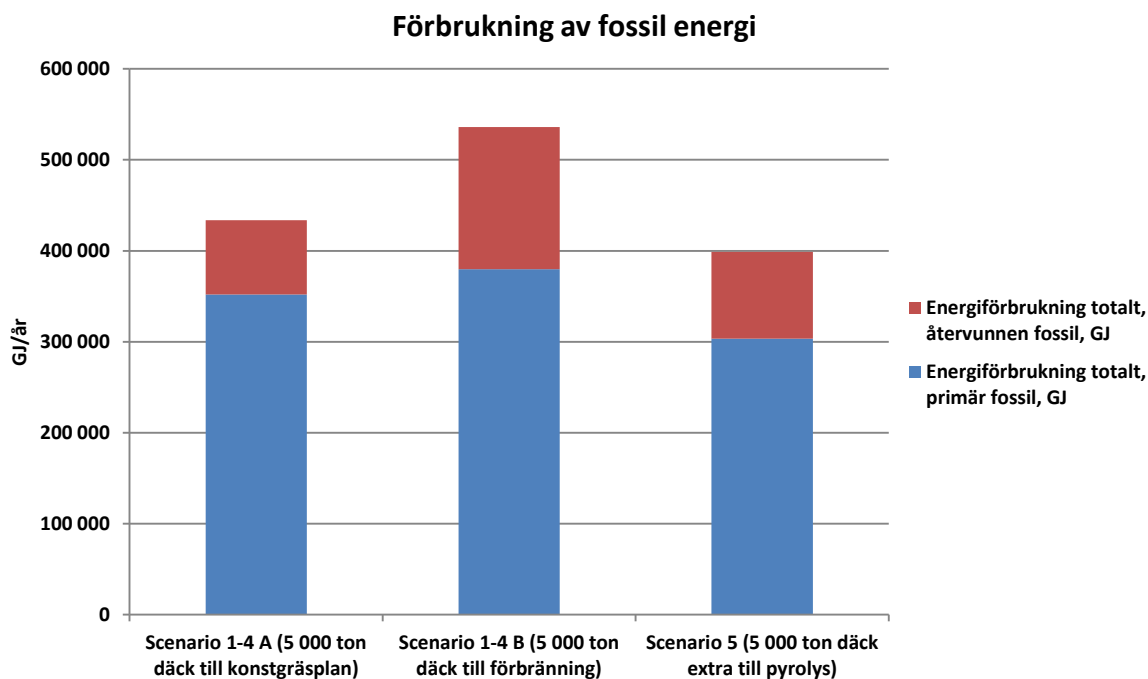
De viktigaste flödena fördelas enligt följande i scenarierna:

- Scenario 1-4 A: 30 000 ton däck till pyrolys och 5 000 ton däck till granulat i konstgräsplaner. Cementtugnen eldas med kol.
- Scenario 1-4 B: 30 000 ton däck till pyrolys och 5 000 ton däck till förbränning i cementtugn. EPDM används som fyllnadsmedel i konstgräsplan (ekvivalent med 5000 ton däck).
- Scenario 5: 35 000 ton däck till pyrolys. EPDM används som fyllnadsmedel för konstgräsplaner, ekvivalent med 5 000 ton däck. Värme som är ekvivalent med den värme som fås ur oljan från pyrolys av 35 000 ton däck. Cementtugnen eldas med kol (ekvivalent med 5 000 ton däck).

Resultatet visas i Figur 7 nedan uttryckt i ton CO₂ ekvivalenter för respektive scenario.



Figur 7. Klimatpåverkan för studerade scenarier vid materialåtervinning av däck hos Enviro genom pyrolysis (fallstudie 1). Scenario 1-4 avser både nuvarande process, det vill säga pyrolysis av 30 000 ton däck samt användning av 5 000 ton däck till granulat i konstgräsplaner (A) respektive 5 000 ton däck till förbränning i cementugn (B) där ingen skillnad mellan scenarierna 1-4 förekommer. Scenario 5 avser pyrolysis av 35 000 ton däck.



Figur 8. Förbrukning av fossil energi för studerade scenarier vid materialåtervinning av däck genom pyrolysis hos Enviro (fallstudie 1). Scenario 1-4 avser både nuvarande process det vill säga pyrolysis av 30 000 ton däck samt användning av 5 000 ton däck till granulat i konstgräsplaner (A) respektive 5 000 ton däck till förbränning i cementugn (B) där ingen skillnad mellan de två scenarierna 1-4 förekommer. Scenario 3 och 4 avser pyrolysis av 35 000 ton däck.

För utsläpp av växthusgaser är det relativt liten skillnad mellan att använda däcken som fyllnadsmedel i konstgräsplaner och att förbränna i cementugn, cementugnen ger dock lite lägre utsläpp. I båda fallen ger användningen av fossila bränslen utsläpp av växthusgaser: när däcken används i konstgräsplaner eldas cementugnen med kol, och då däcken används som bränsle i cementugnen blir det utsläpp av växthusgaser från tillverkningen av EPDM som fyllnadsmedel i konstgräsplaner.

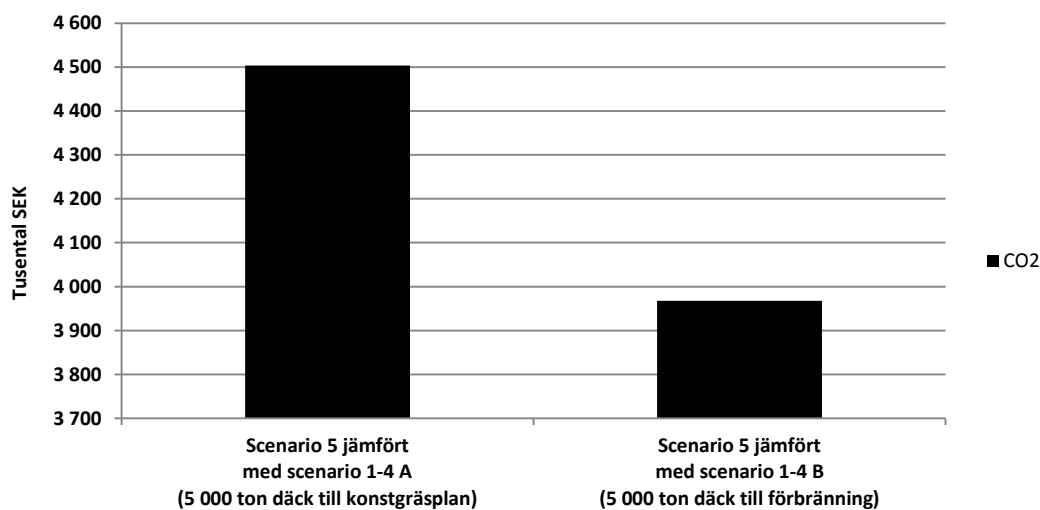
Däremot ger det tydligt mindre utsläpp att återvinna däcken i pyrolyprocessen jämfört med att använda däcken i konstgräsplaner eller elda dem i cementugn. Miljövinsten med pyrolys är ca 0,7 - 0,8 ton CO₂-e/ton däckavfall. Det beror på att den normala kimrökprocessen ger ganska höga utsläpp av CO₂, som man slipper då kimröken framställs från däck.

Även när det gäller förbrukning av energi ger pyrolyprocessen den lägsta energiförbrukningen beroende på att den traditionella framställningen av kimrök förbrukar mycket fossil energi. Dock ger användning i konstgräsplaner tydligt lägre förbrukning än förbränning i cementugn eftersom tillverkning av EPDM som fyllnadsmedel förbrukar mycket fossil energi, som besparas då däck används i stället.

5.1.4 Samhällsekonomiska konsekvenser

I detta avsnitt fokuseras på de samhällsekonomiska konsekvenserna för Enviro. Det är värdet av förändrade CO₂-utsläpp som vi beaktar för denna fallstudie. Metod och övriga avgränsningar beskrivs i kapitel 1.

Resultaten från analysen av klimatpåverkan har använts för att göra en monetär värdering av effekterna som antagits ske till följd av det förändrade incitamentet av EU ETS. Förändringar av mängden däck som tas emot och behandlas genom pyrolys ändras i scenario 5 som beskrivs i avsnittet ovan. Det ger samhällsekonomiska nyttor i form av minskade CO₂-utsläpp på mellan 4 och 4,5 miljoner SEK jämfört med scenario 1- 4 B respektive 1-4 A (se Figur 9 nedan, observera att det är skillnaden och inte totalen som redovisas). Det innebär dock inte självklart en minskning i faktiska utsläpp inom EU eftersom det kan antas att utsläppsrätterna säljs vidare istället för att kasseras.



Figur 9. Samhällsekonomiska nyttor ur ett systemperspektiv vid materialåtervinning av däck hos Enviro (fallstudie 1). Figuren visar på den samhällsekonomiska nyttan med att behandla en större mängd däck genom pyrolys (Scenario 5) jämfört med om motsvarande mängder istället hade använts som granulat i konstgräsplaner (scenario 1-4 A) alternativt hade använts i cementindustrin (Scenario 1-4 B).

Utsläppsnivåerna från anläggningen påverkas delvis av priset för att släppa ut CO₂. Genom att beräkna en s.k. internaliseringsgrad kan vi säga något om i vilken grad företaget betalar för de olika t.ex. miljö- och hälsokostnader som utsläppen orsakar. Internaliseringsgraden utgör kvoten mellan de skatter och avgifter som betalas av verksamheten och värderingen av de externa effekterna som verksamheten ger upphov till. För Enviros del är det enbart EU ETS som verkar som en internaliserande avgift. Internaliseringsgraden beror därmed starkt på vilken värdering av effekterna som har antagits, i vårt fall har vi valt de värderingar som används i transportsektorn som inte omfattas av EU ETS idag men däremot av en betydligt högre CO₂-skatt.

Internaliseringsgraden för Enviro i respektive scenario visas i Tabell 3 nedan, och vid olika antaganden om tilldelningen av utsläppsrätter. För scenario 5 blir resultatet samma som för scenario 3 (utan premiering) och 4 (med premiering). I Enviros fall, som nettoförsäljare av utsläppsrätter, innebär det att genom fri tilldelning får de en negativ internaliseringsgrad, d.v.s. att de istället för att betala för utsläppen kan få en inkomst av att sälja de utsläppsrätter de inte behöver. Detta innebär med andra ord långt ifrån en full internalisering, och därmed vidtas antagligen inte alla de åtgärder som är samhällsekonomiskt lönsamma för att minska CO₂-utsläppen. Däremot är det en återvinningsprocess som i sig ger en minskad miljöbelastning jämfört med om materialet (kimröken) skulle utvinnas från jungfruligt material som tas med i analysen över klimatpåverkan.

Tabell 3. Internaliseringsgraden vid materialåtervinning av däck hos Enviro (fallstudie 1) för respektive scenario. Internaliseringsgraden = skatter och avgifter/externa kostnader. Negativ internaliseringsgrad innebär här att istället för att betala för utsläppen får företaget en inkomst istället (av att sälja de utsläppsrätter de inte behöver).

Kostnader	Pris på utsläppsrätter 50 SEK		Pris på utsläppsrätter 500 SEK	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering (%)
2017 års fria tilldelning	-2,8	-4,0	-28	-40
2020 års fria tilldelning	-2,5	-3,8	-25	-38
Ingen fri tilldelning	2,4	1,2	24	12

5.2 Fallstudie 2: Bolidens materialåtervinning i smältverk för metallframställning

5.2.1 Skapade ekonomiska incitament vid en förändring av EU ETS

I Tabell 4 visas den ekonomiska påverkan som en förändring av EU ETS skulle ha på fumingverket på Rönnskårsverken för respektive scenario om verksamheten skulle fortsätta att drivas på samma sätt som idag. Tabellen illustrerar vilka ekonomiska incitament som skapas i respektive scenario för att ta

emot en större mängd återvunna fossila råvaror än vad man gör idag. De ekonomiska incitamenten redovisas som hur stor kostnaden för EU ETS skulle utgöra av den totala produktionskostnaden samt hur produktionskostnaden skulle förändras jämfört med dagens produktionskostnad (Scenario 1). På grund av affärsmässiga skäl är kostnaderna presenterade i ett intervall.

Tabell 4. Uppkomna kostnader för EU ETS för respektive scenario och hur dessa förhåller sig till den totala produktionskostnaden för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2). Ett positivt värde innebär en ökad kostnad medan ett negativt värde däremot innebär en intäkt jämfört idag.

Kostnader	Pris på utsläppsrätter 50 SEK		Pris på utsläppsrätter 500 SEK	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering (%)
Kostnad EU ETS baserat på 2017 års fria tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden (%)	<1	<1	1-3	1-3
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag (%)	-	-1 till 0	1-3	1-3
Kostnad EU ETS baserat på 2020 års fria tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	<1	<1	1-3	1-3
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till 0	1-3	1-3
Kostnad EU ETS utan någon fri tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	3-5	3-5	20-30	20-30
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till 0	30-40	30-40

Med dagens låga priser på utsläppsrätter, både baserat på 2017 och 2020 års fria tilldelning, ger EU ETS mycket låga ekonomiska incitament att ersätta dagens fossila råvaror med återvunnen fossil råvara eftersom kostnaden för EU ETS utgör mindre än en procent för båda scenarierna (1 och 2). Skulle man betala för samtliga CO₂-utsläpp ökar dock kostnaden för utsläppen till 3-5 procent av dagens produktionskostnad, vilken kan anses vara en betydlig andel.

Med en ökning av priset till 500 SEK per utsläppsrätt utgör kostnaden för EU ETS mellan 1-3 procent av dagens produktionskostnad (scenario 3 och 4) vid en fri tilldelning. Motsvarande ökning (1-3 %) fås för den faktiska produktionskostnaden jämfört med idag (scenario 1), vilket ses som en betydande ökning vilket skulle öka incitamenten för att ta emot återvunnen fossil råvara i en större utsträckning än vad man gör idag. Skulle Boliden behöva betala för samtliga sina CO₂-utsläpp skulle dessa utgöra hela 20-30 procent av dagens produktionskostnad, vilket motsvarar en ökning av produktionskostnaden med 30-40 procent jämfört med idag (scenario 1).

Notera att erhållna skillnader vid en premiering inte alltid är synligt i tabellen ovan. Detta gäller de fall när skillnaderna ligger inom samma storleksintervall, ett intervall som angivits på grund av att den exakta produktionskostnaden inte kan redovisa på grund av affärsmässiga skäl.

I och med att Boliden endast använder en återvunnen fossil råvara i form av stålverksstoff, som står för en mycket liten del av de totala CO₂-utsläppen, får en premiering av utsläppsrätter från återvunna fossila råvaror en försumbar ekonomisk effekt på verksamheten.

Utifrån resultatet i tabellen ovan och med samtal med Boliden skulle dagens låga priser på utsläppsrätter inte ge Boliden något ekonomiska incitament att ta emot en större mängd återvunnet fossil råvara även om de bara skulle behöva införskaffa motsvarande hälften av utsläppsrätter för att täcka dessa CO₂-utsläpp.

Baserat på resultat från en nyss genomförd studie uppskattar Boliden att som mest kan ta emot 7 000 ton återvunnen fossil råvara av en typ som innehåller en hög andel organiskt material (plast) samt koppar (3 %). Förutom att en investering, motsvarande flera tiotals miljoner kronor för infrakt och injektion av plastmaterialet, är nödvändig för att överhuvudtaget kunna introducera materialet i smältan på ett fungerande sätt, finns också begränsande faktorer i form av problematik kring beläggning, korrosion och kvalitet m.m. Studien visade också att pelleterade plastfraktioner var att föredra framför opelleterade där det är fördelaktigt med en så homogen storlekssammansättning som möjligt. Dock medför pelletering högre kostnader för de aktörer (t.ex. återvinningsföretag) som tar fram och levererar den återvunna fossila råvaran till Boliden.

De ekonomiska incitamenten att ta emot avfall ligger både i ökade intäkter samt minskade kostnader. De ökade intäkterna fås på grund av att avfallet innehåller koppar som kan materialåtervinnas samt att man får en ökad elproduktion som kan säljas. De minskade kostnaderna fås från en minskad kolförbrukning genom att kol ersätts med ett avfall som man kan få betalt för att ta emot samt en minskad oljeförbrukning (Boliden, 2016). Till följd av en minskad oljeförbrukning fås också minskade kostnader för EU ETS.

I Tabell 5 visas de minskade kostnaderna kopplat till EU ETS och hur dessa förhåller (storleksintervall på grund av affärsmässiga skäl) sig till den totala vinsten som erhålls om 7 000 ton återvunnet fossilt råmaterial tas emot. Återigen har påverkan från EU ETS presenterats för tre fall, en fri tilldelning baserat på 2017 respektive 2020 års nivåer samt utan någon fri tilldelning d.v.s. Boliden betalar för samtliga CO₂-utsläpp som fumingverket ger upphov till.

Tabell 5. Minskade kostnader för EU ETS för respektive scenario för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2) och hur dessa förhåller sig till den totala vinsten med att ta emot ett fossil återvunnen råvara.

Kostnader	Pris på utsläppsrätter 50 SEK		Pris på utsläppsrätter 500 SEK	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering (%)
Kostnadsbesparing EU ETS baserat på 2017 års fria tilldelning	0-1	0-1	0-1	1-3
Kostnadsbesparing EU ETS baserat på 2020 års fria tilldelning	0-1	0-1	0-1	1-3
Kostnadsbesparing EU ETS utan någon fri tilldelning	0-1	1-3	3-5	20-30

Med nuvarande priser på utsläppsrätter står kostnadsminskningen kopplat till EU ETS för en mycket liten andel av den totala ekonomiska vinsten med att ta emot avfallet. Detta gäller både för de två

fallen med fri tilldelning, men också utan någon fri tilldelning av utsläpp där kostnadsminskningen för EU ETS ligger mellan < 1 procent och 3 procent av den totala vinsten.

Inte heller i tabellen ovan är en premiering alltid synlig eftersom den uppskattade vinsten inte kan redovisas på grund av affärsmässiga skäl när skillnaderna ligger inom samma storleksintervall.

Vid en ökning av priset till 500 SEK per utsläppsrätt ökar självfallet inverkan från EU ETS, men fortfarande skulle utsläppsrätterna utgöra en förhållandevis liten del av vinsten med att ta emot avfallet. Baserat på dagens fria tilldelning skulle EU ETS och kostnadsminskningen kopplat till denna utgöra mellan <1 procent respektive 1-3 procent av den totala vinsten med att ta emot avfallet för de två scenarierna. Motsvarande andelar då Boliden skulle få betala för samtliga sina CO₂-utsläpp är 3-5 respektive 20-30 procent beroende på om CO₂ från återvunnen fossil råvara skulle premieras.

5.2.2 Inverkan på scenarier

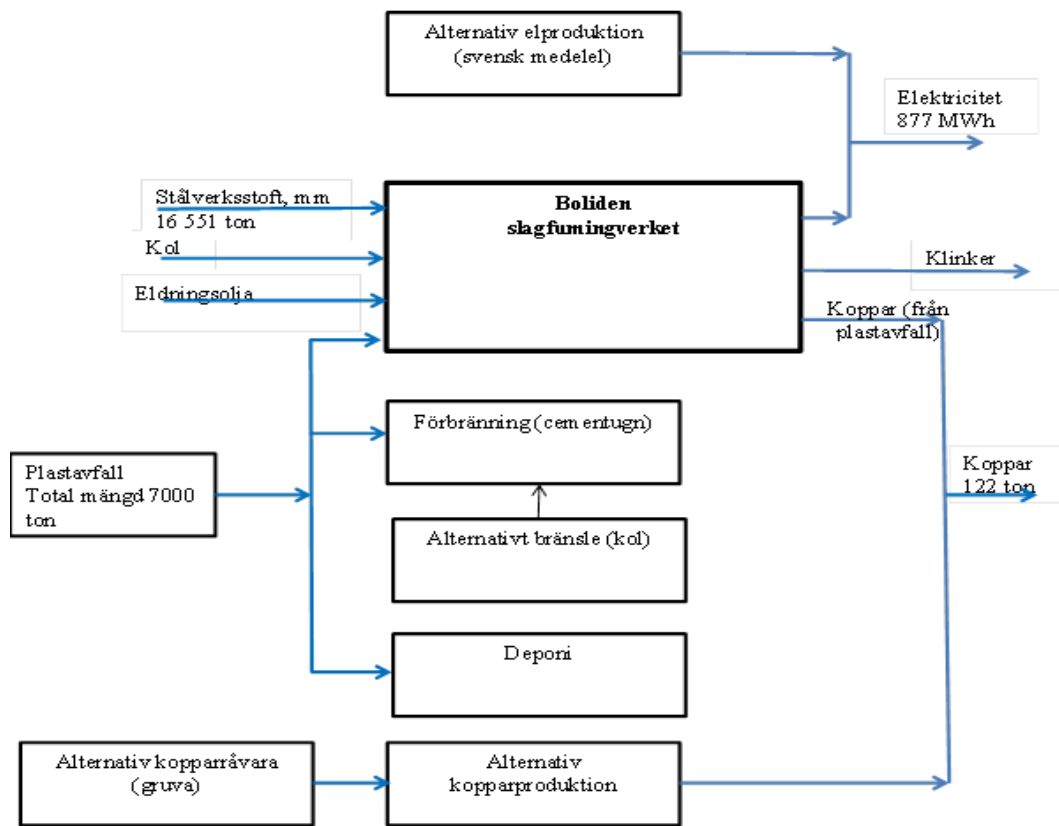
Resultatet ovan visar att vid en premiering av användning av återvunnen fossil råvara skapas ekonomiska incitament att ta emot denna råvara i fumingprocessen som studerats. Dock är dessa incitament mycket små i förhållande till de ökade vinsterna, främst i jämförelse med intäkter för den koppar som materialåtervinns, men också jämfört med kostnadsminskningar som fås av att ta emot den återvunna fossila råvaran istället för kol.

Utifrån resultatet och resonemanget i föregående kapitel, och i diskussion med fallstudieägaren, bedöms därför inte EU ETS i sig skapa tillräckliga ekonomiska incitament för Boliden att använda återvunna fossila råvaror i fumingprocessen i en större utsträckning än vad man gör idag för något av de undersökta scenarierna.

Vid utvärderingen av klimatpåverkan och den samhällsekonomiska analysen har effekterna av att ta emot 7 000 ton återvunnen fossil råvara (avfall) utvärderats och jämförts med dagens process. Utvärderingen har gjorts baserat på två fall, ett där den alternativa hanteringen av avfallet är deponering och ett där det är energiåtervinning. Anledningen till varför vi har valt att utvärdera två fall är att båda avsättningarna förekommer idag för brännbara avfallslag. Trots att avfallet ses som ett brännbart avfall och därmed inte får deponeras ges dispensdeponering idag. En av orsakerna till detta kan vara att avfallsbränningsanläggningarna inte vill ta emot avfallet på grund av dess höga innehåll av klor från PVC och metaller.

5.2.3 Klimatpåverkan och påverkan på energiförbrukningen

Fumingverket vid Boliden tar emot stålverksstoff för upparbetning. En översikt av det system som studerats i miljöanalysen visas i Figur 9 nedan. Som råvara används dessutom bl.a. kol som reduktionsmedel i processen. En möjlighet är då att ersätta en del av kolet med återvunnen fossil råvara, i detta fall plastavfall. Det plastavfall som är intressant både förbränns och deponeras idag, samt innehåller vissa mängder koppar som skulle kunna återvinnas i processen.



Figur 10. Systemgränser vid miljöanalys för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2) och användning av återvunnen fossil råvara (plastavfall) som reduktionsmedel i processen.

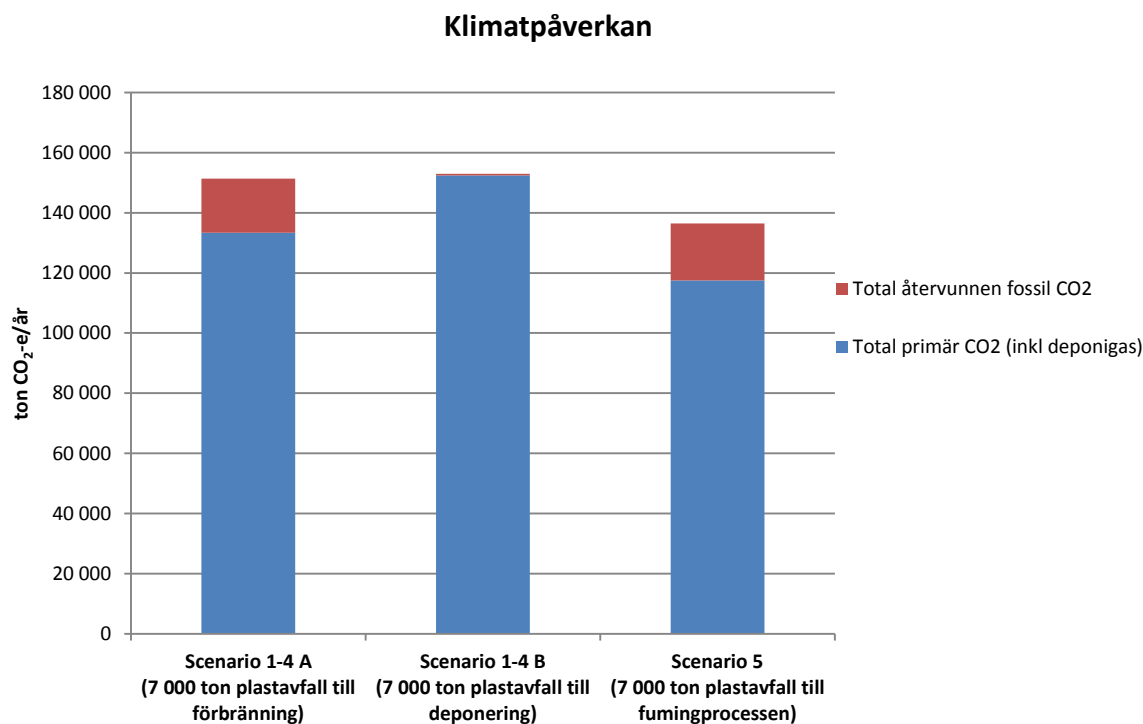
De scenarier som har undersökts är:

- Scenario 1-4 A. Förbränning: Inget plastavfall används i processen. Plastavfallet antas förbrännas i en cementugn och ersätter kol.
- Scenario 1-4 B. Deponering: Inget plastavfall används i processen. Plastavfallet antas deponeras. Nedbrytningen av plast sker mycket sakta i deponin (några % under 100 år) och det antas inte vara möjligt att utvinna den deponigas som bildas ur plasten.
- Scenario 5: Plastavfall används som reduktionsmaterial i processen och ersätter kol. Dessutom återvinns koppär som avfallet innehåller. Denna koppärmängd fås i de första scenarierna genom konventionell koppärframställning (från gruvbrytning till färdig råkoppär).

De funktionella enheterna som använts är

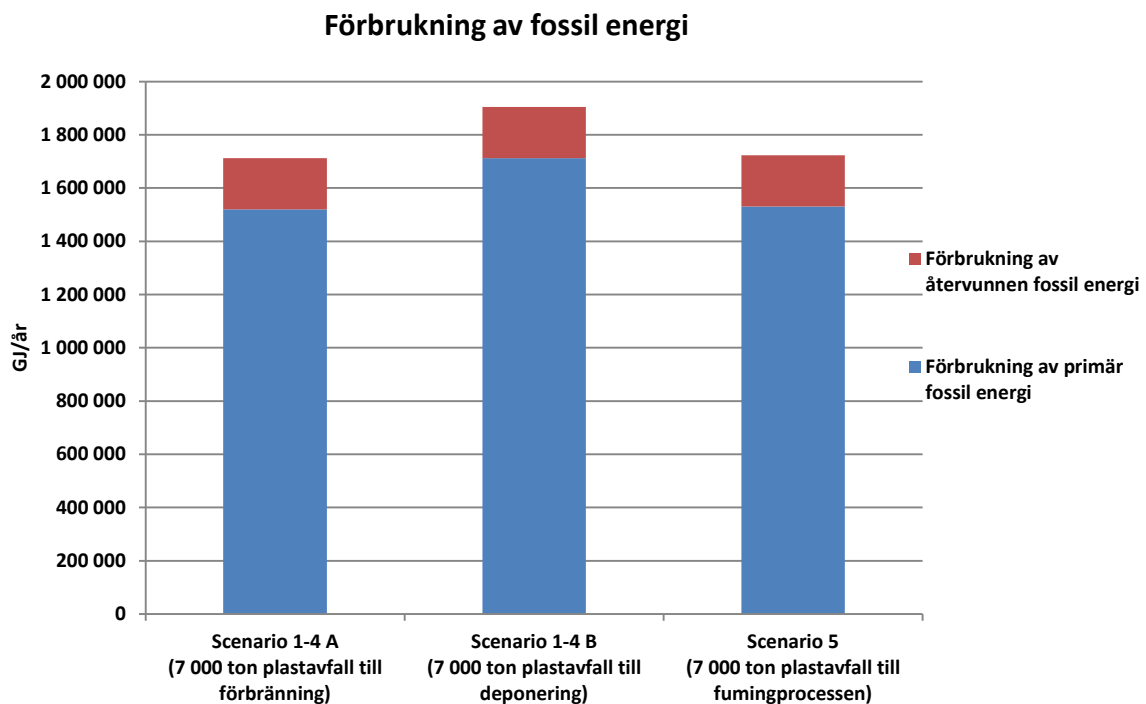
- Stålverksstoff som behandlas: 16 551 ton. Denna mängd går till fumingverket i alla studerade scenarier.
- Plastavfall som ska behandlas: 7 000 ton. Detta behandlas antingen genom förbränning, deponering eller användning som reduktionsmedel i fumingverket.
- Koppär: 122 ton koppär. Denna koppärmängd fås i de första scenarierna genom konventionell koppärframställning (från gruvbrytning till färdig råkoppär), eller som biprodukt då plastavfallet används i fumingverket.

Resultatet visas i Figur 11 nedan uttryckt i ton CO₂-ekvivalenter för respektive scenario.



Figur 11. Klimatpåverkan för studerade scenarier för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2). I de två scenarierna, 1-4A respektive 1-4B avser nuvarande process och användning av råvaror. I scenario 5 används plastavfall som reduktionsmedel och ersätter kol i processen och det återvinns koppar ur avfallet. Skillnaden mellan de två scenarierna är att den alternativa hanteringen av plastavfallet (7 000 ton) som används i fumingprocessen i scenario 5 är förbränning i cementugn (A) respektive deponering (B).

Resultatet av förbrukning av fossil energi visas i Figur 12 för hela det studerade systemet och uttryckt i GJ.



Figur 12. Förbrukning av fossil energi för studerade scenarierna för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2). I scenario 5 används plastavfall som reduktionsmedel och ersätter kol i processen och det återvinns koppar ur avfallet. De två scenarierna 1-4 avser nuvarande process och användning av råvaror. Skillnaden mellan de två scenarierna är att den alternativa hanteringen av plastavfallet (7 000 ton) som används i fumingsprocessen i Scenario 5 är förbränning i en cementugn (A) i ena fallet och deponering (B) i det andra scenariot.

Som resultat visar kan man se att användning av plastavfall i fumingsprocessen reducerar de totala utsläppen av klimatgaser (både primära och sekundära/återvunna inräknade) jämfört med både deponering och förbränning, men användningen ger relativt små förändringar. Deponering av plastavfall leder till att energin i plasten inte tas till vara och att man därför är tvungen att använda fossil kol i både fumingsprocessen och som bränsle i cementugnen. Å andra sidan fungerar deponering av plastavfall som en kolsänka. Därför blir det ganska små skillnader mellan förbränning och deponering av plastavfall när det gäller emissioner av klimatgaser.

Om man tar in 7 000 ton plastavfall (i stället för att förbränna eller deponera) i fumingsprocessen minskar klimatgasutsläppen för hela systemet med 10 procent, eller ca 2,1 ton CO₂ per ton använt plastavfall.

5.2.4 Samhällsekonomiska konsekvenser

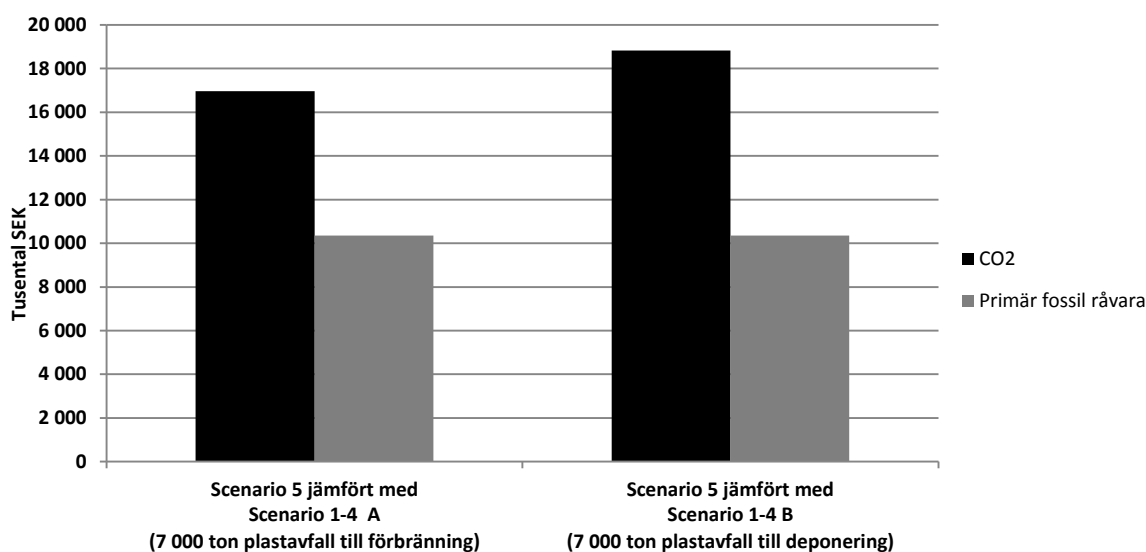
I den samhällsekonomiska konsekvensanalysen för Boliden har vi valt att beakta följande konsekvenser:

- Värdet av förändrade CO₂-utsläpp
- Värdet av förändringen i uttag av olja och kol

Som beskrivits tidigare utgör EU ETS i sig ett för litet ekonomisk incitament för Boliden att ta emot en återvunnen fossil råvara i fumingprocessen i större utsträckning än idag. Däremot har det redan idag testats att öka materialåtervinningen utifrån andra värden (sidoeffekter såsom intäkter från koppar och minskade kostnader för olja och kol etc.) som följer vid en sådan övergång. Denna förändring har beaktats i analysen över klimatpåverkan ovan. Vi har dock valt att inte ta med en minskad utvinning av koppar då den monetära värderingen hade hög osäkerhet, se metodavsnittet.

Resultaten från analysen över klimatpåverkan har använts för att beräkna de samhällsekonomiska konsekvenserna, se Figur 12 nedan. Observera att figuren visar på nettokonsekvenserna jämfört med alternativ användning av avfallet och inte de totala konsekvenserna som resultatet från klimatpåverkansanalysen redovisar ovan.

De samhällsekonomiska nyttorna som kommer från en övergång till mer återvunnen fossil råvara kommer från minskad användning (vi antar att det innebär en minskad utvinning) av olja och kol samt minskade utsläpp av CO₂. Vi redovisar beräkningar för två fall. Skillnaden mellan Scenario 5 jämfört med Scenario 1-4 där den alternativa hanteringen av plastavfallet är förbränning i cementugn respektive skillnaden mellan Scenario 5 jämfört med scenario 1-4 där den alternativa hanteringen av plastavfallet är deponering. I Scenario 5 ger det en stor samhällsekonomisk nytta, mellan 27 till 29 miljoner SEK totalt. Cirka 10 miljoner SEK avser primär fossil råvara i respektive fall, medan skillnaden ligger i förändringarna av CO₂-utsläpp som värderats till ca 17 miljoner respektive 19 miljoner SEK.



Figur 13. Samhällsekonomiska nyttor ur ett systemperspektiv för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2). Scenario 5 jämfört med Scenario 1-4 A Förbränning avser den samhällsekonomiska nyttan med att använda plastavfall som reduktionsmedel i processen jämfört med dagens process där den alternativa hanteringen av plastavfallet är förbränning i cementugn. Scenario 5 jämfört med Scenario 1-4 B Deponering avser motsvarande samhällsekonomiska nytta men där den alternativa hanteringen av plastavfallet är deponering.

Internaliseringsgraden utgör kvoten mellan de skatter och avgifter som betalas av verksamheten och värderingen av de externa effekterna, som verksamheten ger upphov till. För svenska företag som ingår i EU ETS reduceras energi- och koldioxidskatterna kraftigt eller utgår helt. Bolidens är helt befriade från energiskatten för fumingprocessen på Rönnskärsverket som studerats, och vi antar att

detsamma gäller för CO₂-skatten¹⁰. Därför är det enbart avgiften för utsläppsrätterna som har en internaliserande funktion i beräkningarna. Externa effekterna är inkluderade för både CO₂ och de primära fossila råvarorna, d.v.s. kol och olja.

Utifrån förutsättningarna ovan redovisas internaliseringsgraden i Tabell 6 nedan. I tabellen visas Bolidens process idag, resultatet ändras enbart marginellt när de tar emot mer återvunnen fossil råvara. Resultaten visar att det i alla scenarion är långt ifrån en full internalisering. Detta gäller även när man behöver betala utsläppsrätter för alla sina utsläpp och indikerar att alla de åtgärder som är samhällsekonomiskt lönsamma (för att minska den externa påverkan) inte är företagsekonomiskt lönsamma vid dagens prissättningar och därför inte genomförs. Det finns, som tidigare nämnts, flera andra faktorer som påverkar valet av reduceringsmedel. Förändringen att införa mer återvunnen fossil råvara i Bolidens process uppvisar stora samhällsekonomiska vinster.

Tabell 6. Internaliseringsgraden för Bolidens materialåtervinning (fallstudie 2) för respektive scenario i dagens process. Internaliseringsgraden = skatter och avgifter/externa kostnader.

Kostnader	Pris på utsläppsrätter 50 SEK		Pris på utsläppsrätter 500 SEK	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering (%)
2017 års fria tilldelning	0,1	0,1	1,1	1,1
2020 års fria tilldelning	0,3	0,3	2,8	2,8
Ingen fri tilldelning	3,0	3,0	30	30

5.3 Fallstudie 3: Renovas energiåtervinning genom avfallsförbränning

5.3.1 Skapade ekonomiska incitament vid en förändring av EU ETS

I Tabell 7 visas den ekonomiska påverkan som en förändring av EU ETS skulle få för respektive scenario om Renovas avfallskraftvärmeverk skulle fortsätta drivas på samma sätt som idag. Den ekonomiska påverkan redovisas som hur stor kostnaden för EU ETS skulle utgöra av den totala produktionskostnaden samt hur produktionskostnaden skulle förändras jämfört med dagens produktionskostnad (Scenario 1). Dessa är presenterade i ett intervall eftersom de faktiska produktionskostnaderna inte kan presenteras p.g.a. affärsmässiga skäl.

¹⁰ Uppgifter kring eventuell koldioxidskatt har ej tillhandahållits i fallstudien.

Tabell 8. Uppkomna kostnader för EU ETS för respektive scenario för Renovas energiåtervinning (fallstudie 3) och hur dessa förhåller sig till mottagningsavgiften. Ett positivt värde innebär en ökad kostnad medan ett negativt värde däremot innebär en intäkt jämfört idag.

Kostnader	Pris på utsläppsrätter 50 SEK		Pris på utsläppsrätter 500 SEK	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering (%)
Kostnad EU ETS baserat på 2017 års fria tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	1 till 3	<1	5 till 10	5 till 10
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till 0	10 till 20	5 till 10
Kostnad EU ETS baserat på 2020 års fria tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	1 till 3	1 till 3	10 till 20	5 till 10
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till -3	10 till 20	5 till 10
Kostnad EU ETS utan någon fri tilldelning				
Andel av den totala produktionskostnaden	3 till 5	1 till 3	20 till 30	10 till 20
Ökning av produktionskostnaden jämfört med idag	-	-1 till -3	20 till 30	10 till 20

Med dagens låga priser på utsläppsrätter baserat både på 2017 och 2020 års fria tilldelning utgör kostnaden för EU ETS 1-3 procent av de totala produktionskostnaderna för Renova. Utan någon fri tilldelning ökar dock kostnaden för utsläppsrätterna och utgör 3-5 procent av produktionskostnaden.

Den fria tilldelningen av utsläppsrätter kommer att begränsas kraftigt mellan 2017 och 2020 för de avfallsförbränningsanläggningar som idag omfattas av EU ETS (Naturvårdsverket, 2017a). Vid en ökning av priset på utsläppsrätter till 500 SEK uppgår kostnaden för EU ETS till mellan 5-10 procent av produktionskostnaden för 2017 års tilldelning, motsvarande för 2020 års tilldelning är 10-20 procent. Detta motsvarar en ökning i produktionskostnad jämfört med idag på mellan 10-20 procent vilket är betydande. Utan någon fri tilldelning av utsläppsrätter uppgår motsvarande kostnad till så mycket som 20-30 procent av produktionskostnaden, vilket ökar dagens produktionskostnad med 20-30 procent. Även vid en premiering av CO₂-utsläpp (Scenario 4) kommer kostnaderna för EU ETS utgöra en stor andel av produktionskostnaderna.

En ökning av kostnaderna kopplat till EU ETS skulle för Renova innebära stora kostnadsökningar, framförallt i scenarierna med ett högre pris på utsläppsrätterna, vilket skulle innebära ett ökat pris på avfallet som man tar emot jämfört med idag. Vad konsekvenserna blir för Renova i denna fallstudie är svåröverblickbara och har inte kunnat utredas fullt ut inom ramen för projektet. Eftersom kostnadsökningarna kommer att drabba hela branschen kommer dock inte den inbördes konkurrensen mellan avfallskraftvärmeverk att påverkas.

I och med att avfallskraftvärmeverk i andra länder inte ingår i EU ETS kommer dessa att stärka sin konkurrenskraft jämfört med Renova och andra svenska avfallskraftvärmeverk. De svenska avfallskraftvärmeverken är idag mycket konkurrenskraftiga internationellt sett bl.a. eftersom man har

avsättning för värmen som genereras vilket är en förklaring till varför Sverige idag importerar mycket brännbart avfall från andra länder. Bedömningen är dock att en ökning av mottagningsavgifter på 10-20 procent inte skulle ge en ökad export av avfall till förbränning i andra länder eftersom de svenska anläggningarna skulle vara fortsatt konkurrenskraftiga i ett internationellt perspektiv.

Cementindustrin i Sverige tar idag emot stora mängder brännbart avfall i sina cementugnar där energin i avfallet tas tillvara. Som tidigare har nämnts ingår cementindustrin i EU ETS, men har jämfört med avfallskraftvärmeverken fått ekonomiska lättnader i handeln med utsläppsrätter eftersom man annars befärs att de flyttar sin verksamhet utanför EU. En kraftig höjning av priset på utsläppsrätter skulle således stärka cementindustrins konkurrens gentemot avfallskraftvärmeverken. Dock kräver cementindustrin ett utsorterat och energirikt avfall för att det ska vara intressant att ta emot.

Baserat på resultaten för fumingprocessen hos Boliden kommer EU ETS i sig, utifrån att en fortsatt fri tilldelning av utsläppsrätter kommer att ges, inte att vara ett tillräckligt styrmedel för att liknande verksamheter ska ta emot avfall idag som går till energiåtervinning på avfallskraftvärmeverk. Fallstudien för Enviro visar att vid högre priser på utsläppsrätter skulle man kraftigt öka sin konkurrenskraft gentemot avfallsförbränning. Dock är man idag endast intresserad av att ta emot däck på grund av dess innehåll av kimrök. Däck står idag för relativt små mängder där drygt 80 000 ton uppkommer varje år. Av uppkomna mängder är det som tidigare har nämnts drygt 20 000 ton som idag går till avfallsförbränning. Av dessa mängder är det dock inga mängder som idag går till Renovas avfallskraftvärmeverk (Detterfelt, 2017).

Ett annan möjlig konsekvens för Renova är att den ökade mottagningsavgiften till avfallsförbränningen som kommer att krävas vid en höjning av priset på utsläppsrätter skulle öka den konventionella materialåtervinningen. Detta genom en utökad sortering av framförallt plast som står för de största fossila CO₂-utsläppen i ett avfallskraftvärmeverk. Utsortering av plast är dock i många fall kostsamt, men ifall mottagningsavgiften till avfallsförbränningen höjs kan det alltså öppna för att öka de ekonomiska incitamenten för att sortera ut mer plast än vad som görs idag (Waste Refinery, 2013). Avsättning till materialåtervinning för källsorterad plast (ibland kallad kommunplast) som samlats in på återvinningscentraler kostar drygt 1 000 SEK per ton. Kostnaden är betydligt högre än de omkring 500-600 SEK i mottagningsavgifter för avfall till förbränning (Detterfelt, 2017), vilket inte heller inkluderar merkostnaderna för källsorteringen av plasten. En ökning av produktionskostnaderna på 10-20 procent till följd av en höjning av EU ETS och vid en fortsatt fri tilldelning skulle inte innebära att mottagningsavgifterna för avfall till förbränning skulle överskrida motsvarande kostnader för mottagning av plastavfall till sortering. I genomsnitt betalade svenska villahushåll omkring 2 000 SEK per år i avfallsavgift (Avfall Sverige, 2016). Motsvarande avgift för flerbostadshus var omkring 1 300 SEK. För villor var det omkring 40 procent av den totala avgiften som utgjordes av en fast avgift d.v.s. kostnaden för att driva återvinningscentraler och kostnader för tjänstemän etc. (Avfall Sverige, 2016). Av de resterande 60 procent som utgörs av rörliga kostnader är det hämtningsavgiften som står för den största andelen, omkring dubbelt så stor som behandlingsavgiften. En ökning av mottagningsavgifterna och i förlängningen behandlingsavgifterna enligt ovan skulle således få en relativt liten påverkan på de totala avfallsavgifterna som ett hushåll betalar varför de ekonomiska incitamenten att sortera ut mer avfall till materialåtervinning är små. För hushåll finns det istället andra starkare incitament för att sortera ut sitt avfall som exempelvis informations spridning, vilja att göra rätt och närheten till insamlingsssystem etc. Därmed bedöms inte en ökning av mottagningsavgifterna till förbränning till följd av en höjning av EU-ETS inte få någon större påverkan på utsortering av plastavfall eller att man skulle konsumera mindre plast.

5.3.2 Inverkan på scenarier

Baserat på resultatet och diskussionen i ovanstående kapitel bedöms inte en förändring i EU ETS påverka Renovas avfallskraftvärmeverk med avseende på mottagna mängder och sammansättningen på avfallet. Därmed blir det inte någon skillnad mellan de studerade scenarierna.

5.3.3 Klimatpåverkan och påverkan på energiförbrukningen

I och med att det inte bedöms bli någon skillnad vad gäller avfallsmängder eller sammansättningen på avfallet kommer det inte att bli någon skillnad i klimatpåverkan mellan de olika scenarierna varför klimatpåverkansanalysen har utelämnats för denna fallstudie.

Renova har ytterst små möjligheter att påverka avfallets sammansättning, och även om man lyckas plocka ut en del plast (t.ex. plast vid återvinningscentraler eller s.k. "kommunplast") kommer det att ersättas med annat avfall som innehåller plast, troligen till stor del verksamhetsavfall som förbränns på andra svenska anläggningar idag. Vad gäller verksamhetsavfall är möjligheterna större att prissätta avfallet beroende på plastinnehåll. Därmed skulle troligen plastinnehållet minska även i detta avfall, men minskningen är på det hela taget liten. Nettoresultatet blir därför att även om man ökar källsorteringen av plast kommer i slutändan ändå minskningen av fossil råvara i avfallet att bli mycket låg. För att minska andelen fossil råvara i det avfall som förbränns krävs andra styrmedel än EU ETS och den typ av förändring som undersöks.

5.3.4 Samhällsekonomiska konsekvenser

Eftersom ingen analys över klimatpåverkan har gjorts för den här fallstudien, har endast internaliseringsgraden beräknats här. Internaliseringsgraden i Renovas fall presenteras i Tabell 9 nedan. Utöver utsläppsrätterna inkluderas även energiskatt på eldningsolja som förbrukas. Renova är idag berättigade till ett 70-procentigt avdrag på skatten eftersom de ingår i EU ETS. Liket de andra fallstudierna är det en låg internaliseringsgrad, d.v.s. att de inte möter en prisbild som motiverar att genomföra åtgärder som kan vara samhällsekonomiskt lönsamma.

Tabell 9. Internaliseringsgraden för Renovas energiåtervinning (fallstudie 3) för respektive scenario. Internaliseringsgraden = skatter och avgifter/externa kostnader.

Kostnader	Pris på utsläppsrätter 50 SEK		Pris på utsläppsrätter 500 SEK	
	Scenario 1: Ingen premiering (%)	Scenario 2: Premiering (%)	Scenario 3: Ingen premiering (%)	Scenario 4: Premiering (%)
2017 års fria tilldelning	1,6	0,9	15	8,0
2020 års fria tilldelning	2,9	1,6	27	14
Ingen fri tilldelning	4,5	2,4	44	22

5.4 Spårbarhet för återvunnet material

I och med att de biogena koldioxidutsläppen inte ingår i dagens handelssystem med utsläppsrätter måste det biogena kolet särskiljas från det fossila kolet vilket idag görs med kol-14 metoden som är allmänt vedertagen. Däremot går det inte med någon analytisk metod att särskilja på jungfruligt fossilt kol och återvunnet fossilt kol vilket är en utmaning vid den premiering av återvunnet material som har studerats i detta projekt och de tre fallstudierna. En annan försvårande omständighet är att premieringen av EU ETS som har studerats i detta projekt ska gynna materialåtervinningen av sådant avfall som idag inte ges någon annan möjlighet än energiåtervinning eller dispensdeponering. Detta utan att försäkra förutsättningarna för den konventionella materialåtervinningen av exempelvis plastavfall och liknande som återvinns mekaniskt idag.

En tänkbar väg för att möta dessa utmaningar ges i Avfallsförordningens bilaga 4. I bilagan ges en struktur för att definiera uppkomna avfallsmängder med avseende på avfallslag och ursprung, en struktur och klassificering gemensamt för EUs medlemsstater enligt 2000/532/EC.

Vad gäller ursprunget kan uppkomna avfallsmängder delas in i primärt respektive sekundärt avfall. Med primärt avfall avses det avfall som uppstår hos den som ger upphov till avfallet antingen i form av ett källsorterat avfall (t.ex. plastförpackningar, metallförpackningar etc.) eller ett blandat avfall (t.ex. brännbar fraktion bestående av plast, trä och gummi etc.). Exempel på branscher som kan ge upphov till primärt avfall är hushållssektorn, tjänstesektorn, metallvarutillverkning etc.). Med ett sekundärt avfall avses avfall som uppkommer i samband med behandlingen av ett primärt avfall vilka finns redovisade i kapitel 19 i bilaga 4 i avfallsförordningen. Ett exempel på ett sekundärt avfall är rejekt som uppkommer vid sorteringen av plastavfall. Rejektet består av material (t.ex. metaller och matavfall) som felaktigt hamnat i det källsorterade plastavfallet. Rejektet består också av plastavfall som sorterats bort p.g.a. bristande kvalitet eller begränsningar i processen etc. eftersom förluster alltid förekommer.

En möjlig väg för att möta ovan angivna utmaningar och krav på spårbarhet är att införa begränsningar för vilket avfall som ska premieras och endast tillåta och premiera mottagning av avfall i form av rejekt och liknande som uppstått till följd av en avfallsprocess. Detta skulle kräva att mottagande anläggningar ska kunna bevisa att avfallet som tas emot har uppkommit från en avfallsprocess och därmed utgörs av ett sekundärt avfall. Idag finns det ett liknande krav på att säkerhetsställa avfallets ursprung för tillståndspliktiga avfallsanläggningar som idag är skyldiga att redovisa mottagna mängder bygg- och rivningsavfall i syfte att förbättra den nationella avfallsstatistiken (Naturvårdsverket, 2017c).

6 Slutsatser och diskussion

I denna förstudie har möjliga konsekvenser av att premiera användning av återvunnen fossil råvara¹¹ framför primär fossil råvara¹² inom det ekonomiska styrmedlet EU ETS (handel med utsläppsrätter) undersökts. Mer specifikt innebär den antagna premieringen att en omvandlingsfaktor på 0,5 för CO₂-utsläpp med ursprung från återvunnen fossil råvara (där utsläpp från primär fossil råvara har motsvarande faktor 1) appliceras, vilket innebär att det skulle behövas hälften så många utsläppsrätter för utsläpp av CO₂ från återvunnen fossil råvara jämfört med utsläpp från primär fossil råvara. Detta kan jämföras med biogena CO₂-utsläpp som inte omfattas av EU ETS och därför kan sägas ha omvandlingsfaktor 0. De tre fallstudierna som en tänkt premiering har tillämpats på är Scandinavian Enviro Systems däckåtervinningsprocess, en av Bolidens processer vid Rönnskårsverken samt Renovas avfallskraftvärmeverk. Syftet har varit att utreda om denna typ av premiering kan ge förutsättningar för en ökad användning av återvunna fossila råvaror framför primära fossila råvaror.

Den övergripande slutsatsen baserat på fallstudierna och i diskussion med fallstudieägarna är att den antagna premiering som görs av återvunna fossila råvaror inom EU ETS-systemet inte skulle ge tillräckliga incitament i sig för en ökad användning av återvunna fossila råvaror och därmed leda till en ökad materialåtervinning. Detta gäller även då priset på utsläppsrätter höjs kraftigt jämfört med dagens prisnivå (en tiofaldig prisökning är antagen).

Denna bedömning görs trots att en premiering av återvunnen fossil råvara skulle innebära ekonomiska fördelar för de studerade verksamheterna. Dessa ekonomiska fördelar är tydligt påvisbara för två av fallstudierna (Enviro och Renova), men enbart marginella för Boliden. För Enviro innebär en premiering att verksamheten får ett överskott av utsläppsrätter som kan säljas på marknaden med ökade intäkter som resultat. För Renova resulterar en premiering av återvunnen fossil råvara i att kostnaden för CO₂-utsläpp minskar, och för Boliden finns potential för minskade kostnader och ökade intäkter vid en ökad användning av återvunnen fossil råvara. Dock bedömer inte fallstudieägarna detta vara tillräckligt höga incitament för att förändra produktionen och använda mer återvunnen fossil råvara. Detta eftersom det finns en del hinder som begränsar en sådan möjlig förändring som exempelvis efterfrågan på slutprodukt och slutproduktens kvalitet, sammansättningen av intagen råvara, produktionskapacitet, investeringskostnader och bedömning teknisk risk. För att överkomma även dessa hinder behövs troligtvis därför kompletterande styrmedel.

Systemanalyserna som gjorts för att beräkna klimatpåverkan och energianvändning visar att det finns miljövinster att vänta, både i fallet med Enviro och Boliden. För Enviros del baseras systemanalysen på en produktionsökning där den ökade mängden mottagna däck jämförs med användning som granulat på konstgräsplaner eller som energiråvara i cementugnar. I fallet Boliden ersätts en viss mängd kol med plastavfall. Eftersom den samhällsekonomiska analysen baseras på de mängder CO₂-ekvivalenter som räknats fram i miljösystemanalysen fås även samhällsekonomiska nyttor eftersom utsläppen av CO₂ minskar.

Man ska vara medveten om att det finns risk för ökade CO₂-utsläpp om en premiering skulle införas eftersom endast hälften av den mängd CO₂ som härstammar från återvunnen fossil råvara kommer bokföras inom EU ETS (då en omvandlingsfaktor om 0,5 används). Detta motverkar själva huvudsyftet med EU ETS som ju är att CO₂-utsläppen ska minska även om koldioxidutsläppen från återvunnet fossilt material sannolikt utgör en mycket liten del jämfört med de totala

¹¹ Råvaror i form av material som tidigare använts eller konsumerats och som klassats som rejekt i en återvinningsprocess eller sådana råvaror som sorteras ut inför återvinning p.g.a. att kvaliteten på materialen är för låg och inte lämpar sig för konventionell materialåtervinning. I denna rapport är återvunnen fossil råvara synonymt med "avfall" (enligt ovan) om inget annat anges.

¹² Jungfruligt bränsle eller råvara med fossilt ursprung, d.v.s. fossil olja, kol, koks, naturgas etc.

koldioxidutsläppen som täcks in av systemet. För att motverka en sådan effekt skulle de branschspecifika riktvärdena kunna minskas, och därmed den fria tilldelningen, vilket gör att verksamheterna som omfattas av EU ETS skulle behöva köpa en större mängd utsläppsrätter. Ifall satta klimatmål ska uppnås behöver även utsläppstaket inom EU ETS minskas som en kompensationsåtgärd för att väga upp för dessa "icke bokförda" utsläpp. Det är fullt möjligt att en rad andra åtgärder skulle kunna införas, men eftersom det genomförda arbetet gjorts inom ramarna av en förstudie har det inte funnits utrymme att beakta den typen av systemkonsekvenser. Det skulle kräva en mycket mer omfattande systemstudie än vad som varit möjlig att genomföra i detta fall.

Ett alternativ till att använda en omvandlingsfaktor för premiering av återvunnen fossil råvara skulle kunna vara att sätta ett lägre pris på utsläppsrätter för CO₂ som härstammar från återvunna fossila råvaror. I ett sådant fall skulle inte den totala mängden CO₂ från anläggningar som ingår i EU ETS öka. Däremot skulle det vara svårt att se hur detta skulle fungera utan två marknader för utsläppsrätter eftersom utsläppsrätter då behöver handlas utifrån två olika priskategorier. Detta skulle även kunna missgynna en effektiv process som använder återvunna fossila råvaror (som i fallet Enviro) och som skapar ett överskott av utsläppsrätter som de kan sälja. En risk är att dessa utsläppsrätter skulle värderas lägre än om man använt sig av primära fossila råvaror och därför kunna leda till en negativ effekt orsakad av styrmedelsförändringen. Man kan även tänka sig andra sätt att premiera återvunna fossila råvaror inom EU ETS med syfte att nå en ökad materialåtervinning. Exempelvis skulle det kunna handla om att styra fokus från vad för typ av råvara (källa) som uppkommen CO₂ har sitt ursprung, till att istället fästa större vikt vid olika verksamhetstyper och premiera baserat på typ av verksamhet och typ av produktion. Ett exempel kan vara att en verksamhet som producerar material baserat på återvunnen fossil råvara blir premierade på något sätt. Det ger i slutändan troligen inga direkta skillnader mot den typ av premiering som införts och analyserats i denna studie eftersom det fortfarande handlar om förändringar som görs inom EU ETS. Däremot kan en annan typ av premieringsgrund ge andra förutsättningar för att öka användningen av återvunnen fossil råvara.

I denna förstudie har de olika fallstudierna betraktats som isolerade fall, och där omgivande system antas vara statiska och inte påverkas av förändringen inom EU ETS. Detta är givetvis en kraftig förenkling av verkligheten, men som gjordes för att indikera vilka effekter, möjligheter och hinder som finns för en sådan förändring. Skulle systemgränsen utökas och inkludera fler aktörer och sektorer, kan det förväntas få effekt på, till exempel, tillgången på återvunnen fossil råvara eftersom efterfrågan ökar (och därmed priset för denna) samt priset för utsläppsrätter. Det kan även påverka efterfrågan av produkter som den återvunna olja som returraffinaderi som Enviro kan producera. En ökad efterfrågan (och pris) kan skapa ytterligare incitament för denna produktion som i dagsläget enbart betraktas som biprodukt till kimröksproduktionen. För att fånga dessa mer komplexa samband och samspel mellan aktörer, sektorer och system, krävs en betydligt mer omfattande modellering (både i tid och geografi) vilket inte rymdes inom denna förstudies ramar. Denna typ av undersökning är något som skulle kunna tas vidare i ett eventuellt fortsättningsprojekt.

7 Nästa steg

För att materialåtervinningen ska öka i samhället behövs styrmedel för att öka efterfrågan på återvunna fossila råvaror jämfört med idag. Den övergripande slutsatsen baserat på fallstudierna och i diskussion med fallstudieägarna är som tidigare nämnt att den antagna premiering som görs av återvunna fossila råvaror inom EU ETS-systemet inte skulle ge tillräckliga incitament i sig för en ökad användning av återvunna fossila råvaror och därmed leda till en ökad materialåtervinning. Detta gäller även då priset på utsläppsrätter höjs kraftigt jämfört med dagens prisnivå (en tiofaldig prisökning är antagen). Skulle systemgränsen utökas och inkludera fler aktörer och sektorer, kan det förväntas få effekt på, till exempel, tillgången på återvunnen fossil råvara då efterfrågan ökar (och därmed priset för denna) samt priset för utsläppsrätter, men även riktlinjer för utsläppstak. Denna typ av undersökning är något som skulle kunna tas vidare i ett eventuellt fortsättningsprojekt där också andra relevanta styrmedel undersöks i kombination med EU ETS. Exempel på sådana styrmedel är de som endast övergripande kartlagts inom ramen för detta projekt (se kapitel 2.2 samt bilaga D). I ett sådant större projekt skulle styrmedelskombinationer kunna utforskas och analyseras för att se om det kan ge mer tydliga incitament för svenska och europeiska industriaktörer att införa förändringar i sina verksamheter, som i sin tur kan leda till en ökad användning samt efterfrågan på återvunna fossila råvaror. Utvärderingen bör göras utifrån ett antal olika kriterier som exempelvis kostnadseffektivitet, acceptans samt juridiska möjligheter att införa styrmedelskombinationer men eventuellt även enskilda styrmedel.

8 Projektkommunikation

Projektet har presenterats i Västsvenska Kemi- och Materialklustret som var en av initiativtagarna till projektet. En slutpresentation av projektet och dess resultat hölls i september 2017, där resultatet diskuterades tillsammans med mötesdeltagarna.

Förutom en slutrapport till Energimyndigheten och RE:Source kommer rapporten att publiceras i IVL Svenska Miljöinstitutets rapportserie.

9 Referenser

- Avfall Sverige (2014). Bränslekvalitet- Sammansättning och egenskaper för avfallsbränsle till energiåtervinning, Rapport E2014:01, <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/E2014-01.pdf>
- Avfall Sverige (2016). Hushållsavfall i siffror- kommun och länsstatistik 2015, rapport 2016:33, <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/2016-33.pdf>
- Bisailon, M., Finnveden, G., Noring, M., Stenmarck, Å., Sundberg, J., Sundqvist, J-O., Tyskeng, S. (2009). Nya styrmedel inom avfallsområdet. Tillgänglig - <http://www.sustainablewaste.info/download/18.4a08c3cb1291c3aa80e800011178/Bisailon+et+a+2009.pdf>.
- Detterfelt (2017). Muntlig kommunikation med Lia Detterfelt. Renova AB.
- Ekvall, T., Malmheden, S. (2012). Hållbar Avfallshantering - Populärvetenskaplig sammanfattning av Naturvårdsverkets forskningsprogram. Rapport 6523. Tillgänglig - <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6523-2.pdf>.
- Ershag (2017). Muntlig kommunikation med B.S. Ershag, Scandinavian Enviro systems.
- CPM (1999). A Systematic Approach to Environmental Priority Strategies in Product Development (EPS) Version 2000 – Models and Data of the Default Method: Steen Bengt, CPM report 1999:5
- EC (2011a). Guidance Document n°7 on the harmonized free allocation methodology for the EU ETS post 2012 - Guidance on New Entrants and Closures. European Commission.
- EC (2011b). Guidance Document n°9 on the harmonized free allocation methodology for the EU ETS post 2012 - Sector-specific guidance. European Commission.
- EC (2015). EU ETS Handbook. European Commission. Tillgänglig på https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/ets_handbook_en.pdf.
- EEA (2016). Trends and projections in the EU ETS in 2016. European Environmental Agency. EEA Report No 24/2016. <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-EU-ETS-2016>
- EEX (2017). European Energy Exchange (EEX) AG. Data for spotpriser för EUA. <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/spot-market/european-emission-allowances#!/2017/05/19>
- EPS (2015). List of damage cost excluding impacts from secondary particles. <http://www.ivl.se/english/startpage/pages/focus-areas/environmental-engineering-and-sustainable-production/lca/eps.html>
- IPCC (2007). Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Working Group I: The Physical Science Basis. IPCC 2007. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html
- Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., Varma, A., Cox, V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport, Report for the European Commission – DG Mobility and Transport.
- Mohn, J., Szidat, S., Fellner, J., Rechberger, H., Quartier, R., Buchmann, B., Emmenegger, L. (2008), Determination of biogenic and fossil CO₂ emitted by waste incineration based on 14CO₂ and mass balances, Bioresource Technology, vol. 99, no. 14, pp. 6471-6479.

- Naturvårdsverket (2003). Konsekvensanalys steg för steg, handledning i samhällsekonomisk konsekvensanalys för Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5314-0.pdf?pid=2959>
- Naturvårdsverket (2016). <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Avfall/Producentansvar/Dack>, data inhämtades 170310
- Naturvårdsverket (2017a). Beslutad tilldelning per anläggning och år, april 2017. Tillgänglig på <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Utslappshandel---vagledning/Utslappsratter-for-anlaggningar/>.
- Naturvårdsverket (2017b). Förteckning över utsläpp och tilldelning. År 2013-2015.
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Utslappshandel/Resultat-och-uppfoljning/Listor-over-utslapp-och-tilldelning/>
- Naturvårdsverket (2017c), Utökad rapportering för avfallsmottagande anläggningar,
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Avfall/Bygg--och-rivningsavfall/Utokad-rapportering-for-mottagande-anlaggningar/>
- Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Schnellhuber, HJ. (2017). A roadmap for rapid decarbonization, *Science*, 355(6331):1269-127
- Svensk däckåtervinning AB (SDAB), (2015), <http://www.sdab.se/fakta/undersidor-fakta/statistik-2015-fakta>, data inhämtades 170310
- Skatteverket (2017)
<http://www.skatteverket.se/foretagochorganisationer/moms/sarskildamomsregler/omvandskattskyldighet.4.47eb30f51122b1aaad28000258292.html>, 2017-03-08
- Trafikverket (2016). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0. Kapitel 12 Kostnader för climateffekter
- IVL (2016). Avfallsimport och materialåtervinning, Rapport B 2266.
- Waste Refinery (2013). CO₂-utsläpp från framtida avfallsförbränning, Delprojekt 5 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA), Projektnummer WR-35.

Bilagor

A. Uppskattad fri tilldelning av utsläppsrätter till Enviro

Det har antagits att företaget kommer klassas som kimröksproducent och beräkning av tilldelade utsläppsrätter följer riktlinjer från EC (2011b) och antagits gälla för basåret 2013.

$$F_p(2013) = \frac{EM_{direct} + EM_{NetHeatImport}}{EM_{direct} + EM_{NetHeatImport} + EM_{indirect}} \times BM_p \times HAL_p$$

$F_p(2013)$	Uppskattad årlig fri tilldelning (prel) av utsläppsrätter (antal EUA) för basåret 2013
BM_p	Produktrikthetsvärde (EUAs/ton kimrök)
HAL_p	Historisk aktivitetsnivå, d.v.s. årlig produktion.
EM_{direkt}	Direkta CO ₂ utsläpp, inklusive utsläpp för värmeproduktion inom anläggningens systemgräns
$EM_{NetHeatImport}$	Importerad värme
$EM_{indirekt}$	Indirekta CO ₂ utsläpp från elanvändning beräknad som $Elec.use * 0,456$

Direkta CO₂ utsläpp för Enviro kommer från förbränningen av pyrolysgas där pyrolysgasens emissionsfaktor är uppskattad till 2,7 ton CO₂/ton pyrolysgas. Utsläppen baseras på en mottagen mängd däck om 30000 ton/år, där 10 (vikt)% omvandlas till pyrolysgas.

För Enviro har följande värden använts:

BM_p	1,954 EUA/ton kimrök
HAL_p	9000 ton kimrök
EM_{direkt}	8100 ton CO ₂ -e/år
$EM_{NetHeatImport}$	0 (ingen extra värme importeras)
$Elec.use$	0,4 MWh per mottaget ton råvara (däck), d.v.s. 12000 MWh/år
$EM_{indirekt}$	5580 ton CO ₂ -e/år

Detta innebär en fri tilldelning av utsläppsrätter för basåret 2013 av ca 10415 EUA

Mängden fria utsläppsrätter antas minska med 7 % till år 2017 och med 12,5% till år 2020.¹³

Använda värden för uppskattad fri tilldelning av utsläppsrätter till Enviro blir därmed:

$F_p(2017) = 9688$ EUA/år (eller 1,078 EUA/ton kimrök och år)

$F_p(2020) = 9144$ EUA/år (eller 1,016 EUA/ton kimrök och år)

¹³ Antagande att samma tilldelningsminskningstakt motsvarande den som gäller för flertalet industrier inom kemisektorn kommer gälla. Detta ligger även i enlighet med den av EU-kommissionen beslutade sektorsövergripande korrektionsfaktorn (ca 12 procent i genomsnitt) för minskning av tilldelade utsläppsrätter. Källa: Naturvårdsverket (2017b).

B. Skapade ekonomiska incitament vid en förändring av EU ETS

Tabell 10 visar emissionsfaktorerna som legat till grund för CO₂ utsläppen och uppkomna kostnader för respektive scenario och fallstudie.

Tabell 10. Använda emissionsfaktorer vid beräkning av skapade ekonomiska incitament vid en förändring av EU ETS.

Fossil råvara	Emissionsfaktor (ton CO ₂ /ton råvara)	Kommentarer
Fossil sekundär råvara		
Plastavfall	2.75	
Pyrolysgas	2.70	Antagit att pyrolysgasen har en emissionsfaktor som är 10 % lägre jämfört med gasol (2.65).
Avfall	1.34	
Fossil primär råvara		
Eldningsolja (E01)	3.16	
Kol	2.85	
Stålverksstoff	0.04	

C. Påverkan på ekonomin

Motivering till utvalda monetära värderingar av externa effekter

För CO₂ finns det många olika rekommendationer kring vilken värdering som bör användas och olika metoder för att beräkna värdet av ett ton utsläpp av CO₂. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv skulle den mest kostnadseffektiva reduceringen av CO₂-utsläppen uppnås om alla aktörer mötte samma pris per utsläpp. Av olika anledningar ser inte verkligheten ut så här idag. I Sverige finns främst två specifika styrmedel för att minska utsläppen av CO₂. Dessa är EU ETS för de anläggningar som ingår i systemet och CO₂-skatten för den icke-handlande sektorn där bland annat transporter tillhör (exklusive flyget som ingår i EU ETS). Vi har därför valt att fokusera på CO₂-skatten som alternativ värdering av CO₂-utsläppen. I första hand värderingen som rekommenderas inom ASEK på 1 140 kr/ton CO₂, som speglar CO₂-skatten för transportsektorn i Sverige (Trafikverket, 2016).

För värderingar av påverkan av utvinning av kol respektive olja finns det ett betydligt mindre utbud av förslag på värderingar. Vi har valt att använda Environmental Priority Strategies (EPS) databas över skadekostnader för utvinning av olja respektive kol. Värderingarna landar på ungefär 1 500 kr/ton för kol och 4 390 kr/ton olja (EPS, 2015). Osäkerheten i dessa siffror har bedömts inom EPS via sannolikhetsfördelning (lognormalfördelning). För olja är den 1.4 och för kol 2. Läs mer om bedömningar i CPM (1999).

D.Övriga styrmedel och styrmedelsstudier

Hållbar avfallshantering (2006-2012) - Utvärdering av utvalda styrmedelsförslag

Hållbar avfallshantering var ett forskningsprogram som pågick under perioden 2006-2012. Det övergripande målet med programmet var att samla, utveckla och utvärdera idéer till styrmedel som kan bidra till en mer hållbar avfallshantering. Det finns flera exempel på styrmedelsförslag som valdes ut och utvärderades och som kopplar till det INÅMAT-projektet. Inom programmet kom man fram till att av de utvalda styrmedlen var det *Krav på återvinning av återvinningsbara material* som verkade kunna ge störst miljövinst. För att försöka öka efterfrågan på återvunna material kan styrmedel såsom *Råvaruskatter* och *Återvinningscertifikat* användas. Med ett styrmedelsförslag som *Miljödifferierad avfallstaxa* är tanken att mer tydligt koppla avfallsmängder och den klimatpåverkan behandlingen av avfallet ger upphov till. Genom att prissätta emissioner som uppstår till följd av den behandling som utförs kan en miljökostnad för olika typer av behandlingar räknas fram. En svårighet som identifierades med styrmedelsförslaget var att prissätta olika emissioner. Dessutom uppstår det en mängd emissioner som i dagsläget saknar en vedertagen prissättning. Problematiken kring prissättning av emissioner är också något som märks inom EU ETS. Tydliga kopplingar finns även till *Skatt på förbränning av fossilt brännbart avfall (klimatskatt)*, *Skatt på förbränning av avfall för styrning mot ökad återvinning generellt* samt *Förbud mot förbränning av återvinningsbara material (återvinningskrav)* (Bisaillon m.fl., 2009, Ekvall m.fl., 2012).

Lagar, direktiv och styrmedel viktiga för avfallssystemets utveckling (Waste Refinery, 2009)

Inom forskningsprogrammet Waste Refinery gjorde Nilsson och Sundberg (2009) en kartläggning som beskrev då befintliga och kommande styrmedel inom avfallshantering. De styrmedel som lyftes fram var framförallt sådana som kopplar till termisk och/eller biologisk behandling vilket går i linje med programmets verksamhetsområden. Eftersom termisk behandling också är något som berörs i fallstudierna, framför allt för Renovas del, finns det styrmedel i kartläggningen som är relevanta för delar av det som adresseras inom projektet.

Dynamix (2012-2015) - Styrmedelskombinationer

I det EU-finansierade forskningsprojektet studerades hur olika policymixar kan påverka samhällsutvecklingen mot effektivare resursanvändning och lägre klimatpåverkan, samtidigt som ekonomin växer, så kallad decoupling.

Styrmedel för ökad materialåtervinning (IVL, 2014)

I detta projekt gjordes en liknande studie som den i Hållbar Avfallshantering i det att man kartlade, analyserade och föreslog styrmedel. Styrmedlens fokus var dock mer specifikt riktade mot att bidra till en ökad materialåtervinning medan Hållbar Avfallshantering som program tog ett bredare grepp. Av sammanlagt tio styrmedel valdes två ut som utvärderades mer i detalj. Framför allt en av dessa, *Krav på utsortering och materialåtervinning av avfall från verksamheter och hushåll*, kopplar väl till fallstudierna.

En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige (2016) - Miljömålsberedningens delbetänkande

Miljömålsberedningen är en parlamentarisk kommitté som med uppdrag att lämna förslag till regeringen om hur miljö kvalitetsmålen och generationsmålet kan nås. Efter diverse regeringsdirektiv lade man i juni 2016 fram en strategi för Sverige klimat- och luftvårdspolitik (En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige - SOU 2016:47). Delbetänkandet är uppdelat i två delar där klimatstrategin behandlas i del A. I denna ges bl.a. en översiktlig sammanställning över styrmedel i svensk politik med betydelse för klimatstrategin.

Utredning om ekonomiska styrmedel för el och värmeproduktion inom EU ETS och ekonomiska styrmedel för avfallsförbränning (1 juni 2017)

Senast den 1 juni 2017 ska en statlig utredning om ekonomiska styrmedel för el- och värmeproduktion inom EU ETS och ekonomiska styrmedel för avfallsförbränning presenteras. I direktivet som ligger till grund för utredningen går att läsa att denna "ska se över förutsättningarna för avfallsförbränning samt analysera behovet av att införa skatt på förbränning av avfall". Syftet är att "uppnå en mer resurseffektiv och giftfri avfallshantering i enlighet med avfallshierarkin och regeringens ambition om att Sverige ska bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer". Av direktivet framgår det även att utredningen ska "lämna förslag på hur prissignalen på utsläpp av fossil CO₂ inom EU:s system för handel med utsläppsrätter kan kompletteras med andra ekonomiska styrmedel vad gäller el- och värmeproduktion". I utredningsdirektivet finns en beskrivning av *ekonomiska styrmedel* som är relevanta för avfallsförbränning. Mer om detta kommer presenteras i den färdiga utredningen. Styrmedel som lyfts upp i direktivet är bl.a:

- Energi- och CO₂-skatt
- EU:s system för handel med utsläppsrätter
- Kväveoxidavgiften
- Elcertifikat

Utöver dessa är t.ex. deponiskatt, deponiförbud samt producentansvar styrmedel som påverkar avfallsförbränning. På ett mer övergripande plan finns Generationsmålet som är det övergripande målet för den svenska miljöpolitiken. Målet är vägledande för miljöarbetet på alla nivåer i samhället och säger bl.a. att "styrmedel och åtgärder för att lösa miljöproblemen i Sverige ska utformas så att Sverige inte exporterar miljöproblem".

Constructivate (2017-)

Constructivate syftar till att öka materialåtervinningen av bygg- och rivningsavfall och finansieras av Mistra inom ramen för programmet Closing the loop. Ett av delprojekten syftar till att identifiera och utvärdera lämpliga styrmedel för att öka materialåtervinningen från byggsektorn.

E. Underlag LCA Scandinavian Enviro Systems

Tabell 11. Underlag LCA Scandinavian Enviro systems

	Scenario 1-4 A (5000 ton däck till konstgräsplan)	Scenario 1-4 B (5000 ton däck till förbränning)	Scenario 5 (5000 ton däck extra till pyrolys)	Kommentar	
Gummidäck tot D _{S0} ⁰ ton/år	35 000	35 000	35 000		
Gummidäck till pyrolys D _{S1} ton/år	30 000	30 000	35 000		
Gummidäck till konstgräsplan D _{S2} ton/år	5 000	0	0	1,20	ton EPDM/ton gummi
EPDM till konstgräsplan, ton/år	0	6 000	6 000		
Gummidäck till cementtugn, ton/år	0	5 000			
Kol till cementtugn, ton/år	4 180	0	4 180	32,5	GJ/ton
Pyrolysgas (recirkuleras), ton/år	1 650	1 650	1 925		
Elektricitet pyrolys E _{S0} MWh/år	12 000	12 000	14 000		
Total mängd kimrök hela systemet K ₂ ⁰ ton/år	10 500	10 500	10 500		
Producerad Kimrök i pyrolys K _{S1} ton/år	9 000	9 000	10 500		
Extern kimrök K _{E1} ton/år	1 500	1 500	0		
Förbränning av olja från pyrolys O _{S1} ton/år	13 500	13 500	15 750	9,95	MWh/m ³
Förbränning av jungfrulig olja O ₀₁ ton/år	2 250	2 250	0		
Värmeproduktion MWh/år	187 425	187 425	187 425		
Stål från pyrolys S _{S1} ton/år	4 500	4 500	5 250		
Extern stål S _{E1} ton/år	0	0	0		
Stål från däckgranulering	750	750	0		
Stålproduktion totalt S ₁ ⁰ ton/år	5250	5250	5 250		
Intern pyrolysgas ton/år	3 000	3 000	3 500		
Koldioxid primär fossil från pyrolys ton	0	0	0		Ingen gasol i pyrolysen i full skala
Koldioxid sekundär fossil från pyrolys ton	4455	4455	9450	2,7	ton/ton
Koldioxid biogen från pyrolys	3 645	3645	0		
Koldioxid primär fossil från elproduktion	445	445	519	1,03E-02	kg/MJ

Koldioxid sekundär fossil från elproduktion	0,93	0,93	1,09	2,16E-05	kg/MJ
Koldioxid biogen från elproduktion				Data saknas	
Koldioxid primär fossil från extern kimrök Cefp	8550	8550	0	5,7	ton/ton
Koldioxid sekundär fossil från extern kimrök CEsf	0	0	0	0	
Koldioxid biogen från extern kimrök Ceb	0	0	0	0	
Koldioxid primär fossil från konstgräsplan	470	0	0	0,094	
Koldioxid sekundär fossil från konstgräsplan	0	0	0	0	
Koldioxid biogen från konstgräsplan	0	0	0	0	
Primär fossil energi, EPDM, GJ/år	0	167 400	167 400	27,9	GJ/ton
Sekundär fossil energi, EPDM, GJ/år	0	0	0		
Biogen energi, EPDM, GJ/år	0	0	0		
Primär fossil energi, Gummi konstgräsplaner, GJ/år	3 850	0	0	0,77	GJ/ton
Sekundär fossil energi, Gummi konstgräsplaner, GJ/år	0	0	0		
Biogen energi, Gummi konstgräsplaner, GJ/år	0	0	0		
Primär fossil energi - el, Pyrolys, GJ/år	60	60	70	0,005	
Sekundär fossil energi - el, Pyrolys, GJ/år	6	6	7		
Biogen energi - el, Pyrolys, GJ/år	13 200	13 200	15 400	1,1	
Primär fossil energi, Energi, GJ/år	24 750	24 750	0	11	GJ/ton
Sekundär fossil energi, Energi, GJ/år	81 675	81 675	95 288	11	GJ/ton
Biogen energi, Energi, GJ/år	66 825	66 825	77 963	11	
Primär fossil energi, Cementugn, GJ/år	135 850	0	135 850	32,5	GJ/ton
Sekundär fossil energi, Cementugn, GJ/år	0	74 718	0	27,17	GJ/ton
Biogen energi, Cementugn, GJ/år	0	61 133	0	27,17	GJ/ton
Primär fossil energi, Kimrök, GJ/år	187 500	187 500	0	125	GJ/ton
Sekundär fossil energi, Kimrök, GJ/år	0	0	0		
Biogen energi, Kimrök GJ/år	0	0	0		

Summa CO₂-emissioner

Koldioxid primär fossil totalt, ton/år	9 465	8 995	519
Koldioxid sekundär fossil totalt, ton/år	4 456	4 456	9 451
Koldioxid biogen från totalt, ton/år	3 645	3 645	0
Koldioxid total fossil, ton/år	13 921	13 451	9 970

Summa energiförbrukning

Energiförbrukning totalt, primär fossil, GJ/år	352 010	379 710	303 320
Energiförbrukning totalt, sekundär fossil, GJ/år	81 681	156 399	95 295
Energiförbrukning totalt, biogen fossil, GJ/år	80 025	141 158	93 363
Energiförbrukning totalt, primärplus fossil, GJ/år	433 691	536 109	398 615

F. Underlag LCA Boliden

Tabell 12. Underlag LCA Scandinavian Enviro systems

	Scenario 1-4 A (plastavfall till förbränning i cementugn)	Scenario 1-4 B (plastavfall till deponering)	Scenario 5 (plastavfall till Boliden)	Kommentar	
Boliden: Stålverksstoff, ton/år	16 551	16 551	16 551		
Boliden: Olja, ton/år	1 003	1 003	219		
Boliden: Kol, ton/år	45 528	45 528	40 978		
Boliden: elektricitet producerad, MWh/år	0	0	877		
Extern elektricitet producerad, MWh/år	877	877	0		
Total mängd plastavfall, ton/år	7 000	7 000	7 000		
Boliden: plastavfall till Boliden, ton/år	0	0	7 000		
Cementugn: plastavfall som bränsle i cementugn, ton/år	7 000	0	0		
Deponi: plastavfall till deponi, ton/år	0	7 000	0		
Kol till cementugn, ton/år	0	5 928	5 928		
Alternativ Cu-produktion, förbrukning av kol, ton/år	8	8	0	0,068	ton/ton Cu
Alternativ Cu-produktion, förbrukning av naturgas, ton/år	13	13	0	0,107	ton/ton Cu
Alternativ Cu-produktion, förbrukning av olja, ton/år	26	26	0	0,211	ton/ton Cu
Alternativ Cu-produktion, producerad koppar, ton/år	122	122	0		
Boliden: Utsläpp av primär fossil CO ₂ , ton/år	132 924	132 924	117 479		
Boliden: Utsläpp av återvunnen fossil CO ₂ , ton/år	622	622	18 990		
Cementugn, förbränning av kol: utsläpp av primär fossil CO ₂ , ton/år	0	17 692	0		
Cement kiln (Incineration of plastic waste): Carbon dioxide emissions secondary fossil: CO _{2i,sf}	17 322	0	0		
Deponering, utsläpp av växthusgaser, ton CO _{2e} /år	0	1 261	0		

Alternativ Cu-produktion: Utsläpp av primär fossil CO ₂ , ton/år	91	91	0	0,746	ton/ton Cu
Alternativ Cu-produktion: Utsläpp av sekundär fossil CO ₂ , ton/år	0	0	0		
Alternativ Cu-produktion: Utsläpp av biogen CO ₂ , ton/år	0	0	0		
Alternativ elektricitetsproduktion MWh/år	877	877	0	55462	MJ/ton
Alternativ elektricitetsproduktion: MJ/år	3,16E+06	3,16E+06	0		
Alternativ elektricitetsproduktion: Förbrukning av naturgas, ton/år	1,42E+02	1,42E+02	0	2,4	MJ/MJ _{el}
Alternativ elektricitetsproduktion Utsläpp av primär fossil CO ₂ , ton/år	391	391	0		
Alternativ elektricitetsproduktion, utsläpp av återvunnen fossil CO ₂ , ton/år	0	0	0		
Alternativ elektricitetsproduktion, utsläpp av biogen C=2, ton/år	0	0	0		
Energi i plastavfall in: GJ/år sekundär fossil energi	192 000	192 000	192 000	7000	
Boliden, kol in GJ/år	1 477 384	1 477 384	1 329 736	32,45	
Cementugn: användning av kol, GJ/år	0	192 364	192 364	32,45	
Eldningsolja in tot GJ	40 120	40 120	8 760	40	
Primär fossil energi till koppar GJ/år	1 921	1 921	0		
Primär fossil energi till alt elproduktion GJ/år	852	852	0		
Summa förbrukning av energi					
Förbrukning av primär fossil energi GJ	1 520 277	1 712 640	1 530 860		
Förbrukning av sekundär fossil energi, GJ	192 000	192 000	192 000		
Summa utsläpp av växthusgaser					
Total primär koldioxid (inkl. deponigas), ton CO₂-e	133 407	152 360	117 479		
Total sekundär fossil koldioxid, ton CO₂-e	17 944	622	18 990		
Total sekundär fossil koldioxid, ton CO₂-e	151 351	152 982	136 469		