



UPPSALA
UNIVERSITET



UPTEC W 23013
Examensarbete 30 hp
Maj 2023

Klimatpåverkan från användning av stålspont vid anläggningsarbeten

Utvärdering av klimatåtgärder ur ett livscykelperspektiv

Felix Jansson

Referat

Ståltillverkning är en av de största källorna till växthusgasutsläpp och står globalt för 7–9 % av utsläppen. Stålspont används ofta som grundförstärkning inom Trafikverkets entreprenader. Syftet med studien är att utvärdera möjliga åtgärder för att minska klimatpåverkan vid användning av stålspont vid anläggningsarbeten. Detta för att ge ett underlag som kan skapa incitament för branschen att minska klimatpåverkan. Examensarbetet har utförts i samarbete med Trafikverket som är den största beställaren av infrastruktur i Sverige. Underentreprenörer som utför spontningsarbeten samt konsulter och anställda på Trafikverket har intervjuats under studien.

Livscykelanalys har använts för att utvärdera klimatpåverkan från hur stålspont används idag och vid möjliga åtgärder. Profilerad stålspont samt rörspont har belysts i studien. Totalt 10 scenarion har modellerats i livscykelanalysprogrammet Simapro med data från livscykel databasen ecoinvent. Scenarion har även delats upp i två olika tillverkningsmetoder för att efterlikna två olika tillverkare av stålspont. Den ena liknar en generell europamarknad, den andra tillverkningsmetoden använder sig av enbart återvunnet stålskrot.

Intervjusvar visar på att rörspont alltid lämnas kvar i marken och att profilerad stålspont återanvänds i snitt 6 gånger. Vid användning av rörspont används det 2,2 gånger mer stål per m². Neddrivning av rörspont i marken är mer energikrävande än för profilerad stålspont.

Livscykelanalys har modellerats för profilerad respektive rörspont som de används idag. Utöver detta har även livscykelanalys gjorts för scenarion som inbegriper återvinning, lämnas i marken, återanvändning och elektrifiering av arbetsmaskiner. Två åtgärder för att minska klimatpåverkan har även modellerats. Dessa är *ihopsvetsning av obrukbara längder av profilerad stålspont* och *användning av profilerad stålspont med tunnare respektive grövre godstjocklek*. Vid det senare scenariot antas en grövre profilerad stålspont kunna återanvändas 9 gånger och en tunnare 3 gånger. Rörspont i jämförelse med profilerad stålspont ses även som en modellerad åtgärd.

Resultaten från livscykelanalysen visar att rörspont som lämnas i marken har 14 gånger större klimatpåverkan än profilerad stålspont som används 6 gånger. *Ihopsvetsning av obrukbara längder av profilerad stålspont* med tillverkningsmetod med återvunnet stålskrot har minst klimatpåverkan av samtliga scenarion. Rörspont som lämnas i marken som är tillverkad genom tillverkningsmetod enligt en generell europamarknad har störst klimatpåverkan. Jämförelsevis 25,2 kg CO₂-eq / FU respektive 650 kg CO₂-eq / FU. Där FU är 1 m² täckande yta stålspont per användning.

Modelleringen visar generellt att återanvändning av stålspont genererar minst klimatpåverkan, följt av återvinning. Stålspont som lämnas i marken ger störst klimatpåverkan. Trafikverket bör överväga att ställa krav på upptag av samtlig stålspont där det är möjligt, använda profilerad stålspont i stället för rörspont där det är möjligt samt att använda stålspont som är tillverkad av stålskrot.

Nyckelord: Stål, stålspont, livscykelanalys, klimatpåverkan, anläggning.

*Institutionen för energi och teknik; Lantbrukets teknik och system, Sveriges lantbruksuniversitet
Lennart Hjelmns väg 9, SE-75007 Uppsala, ISSN 1401-5765*

Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten

Uppsala universitet, Utgivningsort Uppsala

Handledare: Anna Runsten och Shan Solivan Ämnesgranskare: Gunnar Larsson
Examinator: Johan Arnqvist

Abstract

Steel manufacturing is one of the greatest sources of greenhouse gas emissions and stands globally for 7–9 % of the emissions. Steel sheet piles are often used as ground reinforcement within Trafikverkets contracts. The scope of the study is to evaluate possibly measures to reduce the climate impact from the use of steel sheet piles within the contracts. This is to give support to create incentive to the industry to reduce the climate impact. This master thesis is written in collaboration with Trafikverket, which is the largest client of infrastructure in Sweden. Subcontractors which perform the sheet piling, consultants, and employees of Trafikverket have been interviewed during the study.

Life cycle assessment has been used to evaluate the climate impact from the use of sheet piling today and with possibly measures. Profiled sheet piles and pipe sheet piles have been treated in the study. A total of 10 scenarios have been modelled in the life cycle assessment software Simapro with data from the life cycle database ecoinvent. The scenarios have also been divided into two different manufacture processes to simulate two different manufacturers of steel sheet piles. One simulates a generic European market and the other uses only recycled steel.

Answers from the interviews show that pipe sheet piles are always left in the ground and that profiled sheet piles have a reuse rate of 6 times. With the use of pipe sheet piles, 2,2 times more steel per m² is used. Downpiling of pipe sheet piles is more energy demanding than downpiling of profiled sheet piles.

Life cycle assessment has been modelled for profiled sheet pile respectively pipe sheet pile as they are used today. In addition to this a life cycle assessment for recycling, left in ground, reuse and electrification of work machines. Two measures to reduce the climate impact have also been modeled. These are *welding together unused lengths of profiled sheet piles* and *use of steel sheet piles with thinner respectively thicker dimensions*. With the later scenario, the thicker steel sheet pile is assumed to have a reuse rate of 9 times and the thinner 3 times. To use pipe sheet pile instead of profiled sheet pile is also seen as a modeled measure.

The results from the life cycle assessment show that pipe sheet pile left in the ground has 14 times larger climate impact than profiled sheet pile with a reuse rate of 6 times. *Welding together unused lengths of profiled sheet piles* manufactured from recycled steel have the smallest climate impact of the scenarios. Pipe sheet piles manufactured according to a generic European market have the largest climate impact. In comparison 25,2 kg CO₂-eq / FU respectively 650 kg CO₂-eq / FU. Where FU is 1 m² steel sheet pile covered area per use.

The modelling shows that reuse of steel sheet piles generates the smallest climate impact, followed by recycling. Sheet piles left in the ground have the largest climate impact. Trafikverket should consider making demands to take up all steel sheet piles if possible, use profiled sheet piles instead of pipe sheet piles when possible and use steel sheet piles manufactured from recycled steel.

Keywords: Steel, steel sheet pile, life cycle assessment, climate impact, construction.

Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences. Lennart Hjelm's väg 9, SE-75007 Uppsala, Sweden, ISSN 1401-5765

Populärvetenskaplig sammanfattning

En eskalerande klimatförändring är ett av de största miljöproblemen som världen står inför. Sveriges regering arbetar för att nettoutsläppet av växthusgaser som driver på klimatförändring ska vara noll senast år 2045. Trafikverket som myndighet lyder under regeringen och har samma mål i sina infrastrukturprojekt senast år 2040. Ståltillverkning är en av de största källorna till växthusgasutsläpp och står globalt för 7–9 % av utsläppen som driver på klimatförändringen.

Stålspont är en grundförstärkning som ofta används inom Trafikverkets entreprenader vid anläggningsarbeten för att hålla jord- och vattenmassor borta från arbetet. Syftet med denna studie är att utvärdera möjliga åtgärder för att minska klimatpåverkan vid användning av stålspont vid anläggningsarbeten. Detta för att ge ett underlag som kan hjälpa branschen att minska dess klimatpåverkan.

Examensarbetet har utförts i samarbete med Trafikverket som är den största beställaren av infrastruktur i Sverige. Underentreprenörer som utför spontningsarbeten samt konsulter och anställda på Trafikverket har intervjuats under studien för att samla in data och ge en övergripande bild av branschen.

Livscykelanalys har använts för att utvärdera klimatpåverkan från hur stålspont används idag och vid möjliga åtgärder. Livscykelanalys är ett verktyg som används för att beräkna miljöpåverkan, där in- och utflöden för alla material och dess utsläpp beräknas och kvantifieras. Metoden används ofta för att kommunicera resultat på ett tydligt sätt och ligga till grund för beslut.

Studien har koncentrerat sig på profilerad stålspont samt rörspont. Där den förstnämnda är profilerad som ett u och den andra är formad som ett rör. Flera olika scenarion har modellerats i en programvara tillsammans med en databas för livscykeldata. Scenarion har även delats upp i två olika tillverkningsmetoder för att efterlikna två olika tillverkare av stålspont. Den ena liknar en generell europamarknad, här används både en masugnprocess som drivs av fossila bränslen med jungfruligt material som råvara samt en elektrisk process med stålskrot som råvara. Den andra tillverkningsmetoden använder sig av enbart den elektriska processen och stålskrot.

Intervjusvaren visar att rörspont alltid lämnas kvar i marken och att profilerad stålspont återanvänds 6 gånger. Vid användning av rörspont används det mer än dubbelt så mycket stål per m². Neddrivning av rörspont i marken är mer energikrävande än för profilerad stålspont. Den förstnämnda vibreras ner och den andra borrar ner.

Livscykelanalys har modellerats för profilerad respektive rörspont som de används idag. Utöver detta har även livscykelanalys gjorts för scenarion som inbegriper återvinning, lämnas i marken, återanvändning och elektrifiering av arbetsmaskiner. Två åtgärder för att minska klimatpåverkan har även modellerats. Dessa är *ihopsvetsning av obrukbara längder av profilerad stålspont* och *användning av profilerad stålspont med tunnare respektive grövre godstjocklek*. Vid det senare scenariot antas en grövre profilerad stålspont kunna återanvändas 9 gånger och en tunnare 3 gånger. Rörspont i jämförelse med profilerad stålspont ses även som en modellerad åtgärd.

Resultaten från livscykelanalysen visar att rörspont som lämnas i marken har 14 gånger större klimatpåverkan än profilerad stålspons som används 6 gånger. *Ihopsvetsning av obrukbara längder av profilerad stålspons* med tillverkningsprocess med återvunnet stålskrot har minst klimatpåverkan av samtliga scenarion. Rörspont som lämnas i marken som är tillverkad genom tillverkningsmetoden enligt en generell europamarknad har störst klimatpåverkan.

Modelleringen visar generallt att återanvändning av stålspons genererar minst klimatpåverkan, följt av återvinning. Stålspons som lämnas i marken ger störst klimatpåverkan. Åtgärder som kan minska klimatpåverkan betydande vore att ta upp samtlig stålspons där det är möjligt. Använda profilerad stålspons i stället för rörspont där det är möjligt. Använda stålspons som är tillverkad av stålskrot i stället för jungfruligt material.

Förord

Detta examensarbete avslutar min utbildning till civilingenjör i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet (UU) och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Arbetet omfattar 30 högskolepoäng och är genomfört i samarbete med Trafikverket.

Stort tack till samtliga medverkande intervjuobjekt för ett inbjudande bemötande, alla intervjuer har förutom hjälp med att samla in data bjudit på en trevlig stund. Tack för att ni tog er tid.

Tack till mina handledare Anna Runsten och Shan Solivan vid Trafikverket. Ni har erbjudit ett roligt och intressant arbete. Tack för att ni knuffat mig i rätt riktning, kommit med synpunkter och hjälpt till under resans gång. Tack till min ämnesgranskare Gunnar Larsson vid SLU för att hjälpt mig från start till mål med synpunkter och upplägg på rapporten. Tack till min biträdande handledare Shan Zhang vid SLU som har hjälpt mig med modellering i Simapro och med förståelse kring livscykelanalys.

Tack Måns och Lovisa. Oavsett hur arbetet med detta examensarbete gått för dagen finns ni alltid där och förgyller mitt liv i slutet av den.

Tack alla fina klasskamrater för stöd, vänskap och inspiration. Inte bara under detta arbete, utan under hela utbildningen.

Tack till mig själv för att jag valde att byta bana i livet och börja studera. Mot nya utmaningar och möjligheter.

Där inget annat anges är illustrationerna och bilderna författarens egna.

*Felix Jansson
Uppsala, Maj 2023*

Copyright © Felix Jansson och institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet.

UPTEC W 23013, ISSN 1401-5765.

Publicerad digitalt i DiVA, 2023, genom institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet. (<http://www.diva-portal.org/>)

Ordlista

Stålspont – Stödkonstruktion av stål med spontlås

Spontlås – Hakar som glider och låser i varandra

Planka – U-profilerad stålspont

Spontplanka – U-profilerad stålspont

Rörspont – Rörformad stålspont

LCA – Livscykelanalys

LCI – Livscykelinventering

CO₂-eq – Koldioxidekvivalent

Movax – Vibrationsaggregat som fästes på grävmaskin för att driva ner stålspont

Blockig mark – Inslag av större fraktioner av block i marken

Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Syfte och frågeställningar	1
1.2	Disposition	2
2	Bakgrund och teori	2
2.1	Miljö inom bygg- och entreprenad	2
2.2	Klimatkrav och offentlig upphandling	2
2.3	Stödkonstruktion	3
2.3.1	Profilerad tätspont	3
2.3.2	Glesspont	5
2.3.3	Rörspont	5
2.4	Stålets kretslopp	6
2.4.1	Tillverkning	6
2.4.2	Återvinning	7
2.5	Livscykelanalys	7
2.6	Tidigare studier	8
3	Metod	9
3.1	Intervjuer	9
3.2	Livscykelanalys – systembeskrivning	10
3.2.1	Miljöpåverkan	10
3.2.2	Avgränsningar	11
3.2.3	Funktionell enhet och systemavgränsningar	11
3.2.4	Platser och transportavstånd	12
3.3	Livscykelinventering	13
3.3.1	Tillverkning av stålspont	13
3.3.2	Etablering och avetablering av arbetsmaskin	14
3.3.3	Neddrivning i mark	14
3.3.4	Upptag ur mark	15
3.3.5	Returprocess	15
3.3.6	Stål till återvinning	16
3.3.7	LCI-data	16
3.4	Scenarion	18
3.4.1	Scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar)	18
3.4.2	Scenario 2 (profilerad stålspont, lämnas i mark efter 1 användning)	18
3.4.3	Scenario 3 (profilerad stålspont, återvinns efter 1 användning)	19
3.4.4	Scenario 1.1 (profilerad stålspont, svetsas ihop)	20
3.4.5	Scenario 1.2 (profilerad stålspont, tunnare/grövre godstjocklek)	20
3.4.6	Scenario 1.3 (rörspont)	21
3.4.7	Extra scenario	22

4	Resultat	22
4.1	Intervjuresultat	22
4.2	Klimatpåverkan från LCA-modellering	28
4.2.1	Extra scenario (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag)	35
4.3	Känslighetsanalys	37
5	Diskussion	37
5.1	Scenarieanalys	37
5.1.1	Scenario 1.1	38
5.1.2	Scenario 1.2 (profilerad stålspons, tunnare/grövre godstjocklek)	39
5.1.3	Scenario 1.3	39
5.2	Extra scenario och känslighetsanalys	40
5.3	Intervjuanalys	41
5.4	Tidigare studier	42
5.5	Felkällor och osäkerheter	42
5.6	Framtida studier	43
5.7	Framtidens stålindustri	44
6	Slutsats	45
A	Appendix	I
A.1	LCI-data rörspons	I
A.2	Ecoinvent dataset	II
A.3	Processflöden från LCA-modellering	IV
A.4	Känslighetsanalys	VIII
A.5	Intervjusummering	VIII

1 Introduktion

Klimatarbetet i Sverige utgår från det klimatpolitiska ramverket där klimatlagen från 2017 ingår. Målet med ramverket är att Sverige ska ha ett netto nollutsläpp av växthusgaser senast år 2045 (Fossilfritt Sverige 2018).

Trafikverket är en myndighet som arbetar på uppdrag av regeringen för att säkerställa ett fungerande transportsystem i Sverige (Trafikverket 2023a). I uppdraget ingår det att följa Sveriges långsiktiga mål om ha ett nettoutsläpp av växthusgaser som är noll. Trafikverket har som mål att ha ett nettoutsläpp av växthusgaser från byggnation, drift och underhåll av infrastruktur som är noll senast år 2040 (Trafikverket 2022a). Detta ställer höga krav på arbetet med att reducera klimatpåverkan både storskaligt och på detaljnivå.

Trafikverket är den största beställaren av infrastruktur i Sverige och står för 30 % av den totala omsättningen inom anläggningsbranschen (Trafikverket 2023b). Trafikverket använder ofta stålspons vid sina entreprenader där vägar och järnvägar anläggs. Stålspons används som en stödkonstruktion för att hålla jordmassor samt vatten borta vid arbetet (Fredriksson 2018). Denna studie koncentrerar sig på att ta fram och utvärdera åtgärder för att minska klimatpåverkan vid användning av stålspons inom entreprenader i Trafikverkets infrastrukturprojekt.

Ståltillverkning är en av de största källorna till växthusgasutsläpp och står globalt för 7–9 % av de totala antropogena utsläppen (Worldsteel 2021). Vid användning av stål som material krävs det därmed att miljöaspekterna beaktas utförligt. Materialet måste ses på från en cirkulär synvinkel, där återbruk och återvinning är essentiella faktorer.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att utvärdera åtgärder vid användning och hantering av stålspons inom Trafikverkets entreprenader. Utvärderingen avser att beakta stålspons ur ett miljöperspektiv med fokus på klimatpåverkan. Ett underlag ska tas fram som ska ligga till grund för att skapa incitament till entreprenörer för att kunna välja det bästa möjliga alternativet vid sponningsarbete från ett klimatperspektiv.

- Vilken klimatpåverkan har användningen av stålspons i dagsläget?
- Vilka åtgärder finns det i dagsläget för användning av stålspons som skulle kunna minska dess klimatpåverkan?
- Vad har dessa åtgärder för klimatpåverkan i jämförelse med varandra och nuvarande arbetssätt?
- Vilka åtgärder kan Trafikverket använda sig av som incitament i dagsläget för att reducera klimatpåverkan?

1.2 Disposition

Rapporten har först ett inledande kapitel med bakgrund och teori, i detta kapitel sätts läsaren in i ämnet. Ämnen som behandlas i detta avsnitt är stålspont som stödkonstruktion, miljö inom bygg- och entreprenad, klimatkrav hos Trafikverket och livscykelanalys. Kapitlet följs av ett metodkapitel, här beskrivs utförligt hur resultaten har erhållits. Två metoder har använts i denna rapport intervjuer samt livscykelanalys. I tillägg till detta innehåller även kapitlet livscykelinventering, vilket är en specifik metodbeskrivning för livscykelanalyser samt beskrivning av scenarier som behandlas. Metodkapitlet följs av ett resultatkapitel där resultat från intervjuer och livscykelanalyser presenteras, i text respektive stapeldiagram och tabeller. Avslutningsvis finns ett diskussionskapitel där resultat från livscykelanalyser i kombination med intervjufrågor behandlas. Slutsatser presenteras efter diskussionen.

2 Bakgrund och teori

2.1 Miljö inom bygg- och entreprenad

Bygg- och anläggningssektorn står för 20 % av Sveriges växthusgasutsläpp, vilket är lika stor andel som från Sveriges totala inrikestransporter. Stål och cement står tillsammans för den största klimatpåverkan vid projekt inom bygg- och anläggning. Branschen står även för en tredjedel av allt avfall i Sverige (Fossilfritt Sverige 2018).

Enligt avfallsdirektivet och miljöbalken ska en avfallshierarki följas där i första hand en minskning av avfallet ska göras, i andra hand återanvändning, i tredje hand materialåtervinning, i fjärde hand energiåtervinning och i sista hand deponi. För att minska avfallsmängderna krävs en övergång till en cirkulär ekonomi, där i princip inga avfall uppstår (ibid.).

2.2 Klimatkrav och offentlig upphandling

Lagen om offentlig upphandling (2016:1145) ger möjligheter och skyldigheter att ställa miljökrav för myndigheter. Den offentliga upphandlingen ska främja alternativ som medför en miljönytta (ibid.). En myndighet måste anta det bud som är mest ekonomiskt fördelaktigt och utvärderas avseende på bästa förhållande av pris och kvalitet, kostnad eller pris. Om en upphandling utvärderas på bästa förhållande mellan pris och kvalitet kan mervärde ges för miljöegenskaper som en kvalitetsparameter (Upphandlingsmyndigheten n.d.).

Trafikverket har riktlinjer för att ställa miljökrav för att minska infrastrukturens klimatpåverkan vid upphandling. Kraven för stålprodukter är i dagsläget att tredjepartsgranskade miljövarudeklarationer (EPD) ska finnas. År 2030 ska minst 50 % av alla arbetsmaskiner vara utsläppsfria. Till samma årtal ska även tunga lastbilar och personbilar utgöras i princip enbart av nollutsläppsfordon. För samtliga fordon gäller att andelen förnybart drivmedel är 100 % till år 2030. Bonus tillämpas även som incitament att reducera klimatpåverkan, bonus utgår till företag som reducerar sin klimatpåverkan utöver kraven. Kraven gäller för projekt över 50 miljoner kronor (Trafikverket 2022b). Observera att dessa är riktlinjer, vid varje upphandling ställs explicita krav för projektet i fråga och det finns utrymme för andra krav.

2.3 Stödkonstruktion

Det finns både permanenta och temporära stödkonstruktioner, där permanenta har ett syfte att hålla bort jord- och vattenmassor permanent. Permanent stålspont används exempelvis vid anläggning av en kanal, hamn eller vid ett annat kvarvarande syfte. Temporär stålspont används som stödkonstruktion vid byggnationer av järnvägar, vägar och byggnader. Den temporära stödkonstruktionen används som en vägg runt ett schakt för att förhindra att jordmassor eller vatten ska tränga in under tiden arbetet utförs, se exempel i figur 1. Vid en temporär konstruktion är målet att stålsponten ska tas upp ur marken efter användning, detta ger möjligheter för återanvändning. Stålspont används där schakten är djupa, det är ont om utrymme och rasrisk finns (Statens geotekniska institut 2019).



Figur 1: Stödkonstruktion med profilerad stålspont (Shutterstock 2023) (Licens-ID 1533693182)

Stålspont slås, vibreras, trycks eller borrar ner i marken utan att jordmaterial tas bort innan. Det används främst 3 olika sorters stålspontskonstruktioner i Sverige. Dessa är profilerad stålspont, glesspont samt rörspons. Valet av stödkonstruktion beror på flertalet faktorer. Några av dessa är listade i Sponthandboken och är: markförhållanden och förekomst av hinder, samspel med den permanenta konstruktionen, krav från omgivning (grundvattenflöde), tillgång till etableringsyta, kostnad och byggtid. Den enda miljöaspekten i Sponthandboken vid valet av stödkonstruktion är att hålla borta föroreningar i mark (Fredriksson 2018).

2.3.1 Profilerad tätspons

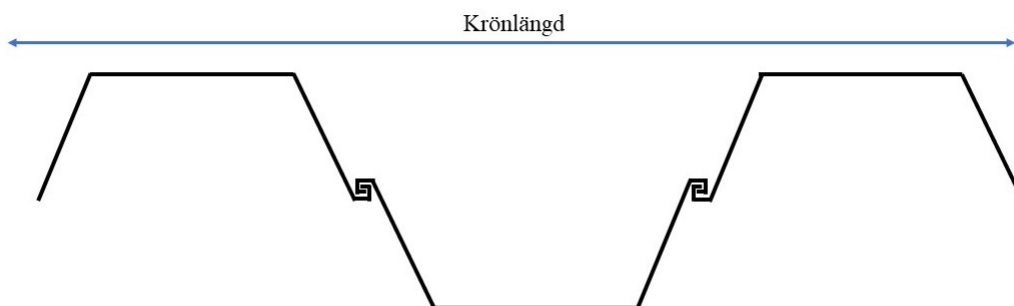
Profilerad tätspons som är formad som ett U är den vanligaste typen av stålspont som används i Sverige vid temporära konstruktioner. Denna stålspont slås eller vibreras ner i marken med ett vibrationsaggregat fäst i en grävmaskin (Movax) eller hängande i en mobilkran. Metoden är robust i jämförelse med andra metoder (Hercules 2023). Sponttypen är lätt att lagra, transportera och föra ner i marken. Profilerad stålspont kan dock ej användas i mycket blockig mark som

hindrar stålsPonten från att föras ner (Fredriksson 2018). Nedan ses en bild i figur 2 på en stålsPont som tagits upp ur marken för att kunna återanvändas.



Figur 2: Använd och otvättad profilerad stålsPont

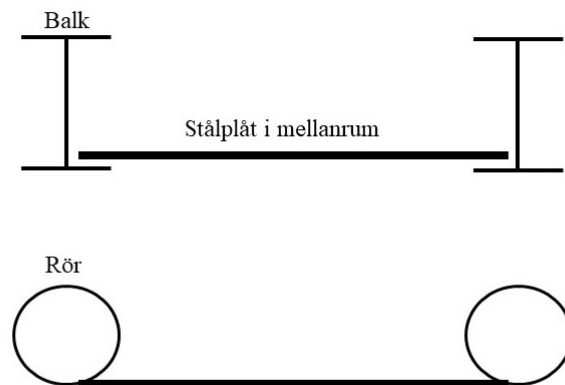
Profilerad stålsPont förs vanligtvis ner individuellt i marken och sammanfogas med föregående stålsPont genom att spontlåsen går i varandra, se figur 3.



Figur 3: Spontlås vid profilerad stålsPont.

2.3.2 Glesspont

Berliner- och glesspont är slagna balkar eller borrade rör som sätts med ett avstånd av 0.8–2 m. Mellanrummen blir fack där stålplåtar svetsas fast, alternativt kan trä eller betong användas i mellanrummen, se figur 4. Denna typ av stålspont kan användas vid blockig jord men kan ej användas under vatten eller grundvattenytan (Fredriksson 2018). Borrade stålspont är ett bra alternativ vid omgivningar som är känsliga för påverkan av vibrationer (Hercules 2023).

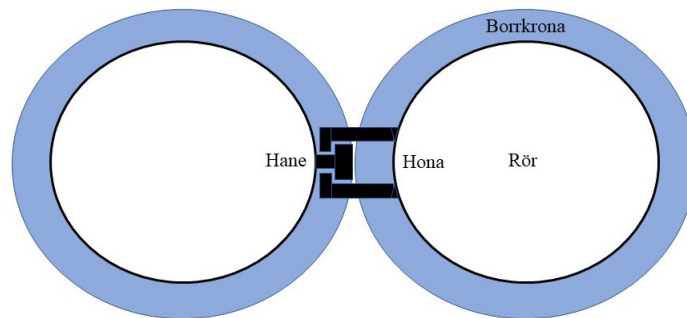


Figur 4: Berliner- och glesspont med fastsvetsade stålplåtar. Den översta illustrationen visar berlinerspont och den nedre illustrationen visar glesspont med rör.

2.3.3 Rörspont

Rörspont utgörs antingen av borrade rör som sitter med ett mellanrum om 50–150 mm eller som en borrade rörvägg i lås, där den första varianten inte är vattentät. Borrade rörspont används där det är blockig mark eller andra hinder i marken. Borrade rörvägg i lås används vid samma förutsättningar och det finns krav på en tät stödkonstruktion (Fredriksson 2018). Borrade rörspont i lås är den mest stabila konstruktionen och kan borraras ned och förankras i berg. Sponttypen är dock även den dyraste (Pålab n.d.). Borrade rörvägg i lås kan även kallas RD-vägg eller S-vägg beroende på tillverkare.

Borrade rörspont i lås borraras ner med en borrkrona som har en större diameter än röret självt. Varje rörspont har ett lås med en hane och en hona, borrkronan förbereder för nästkommande rör. Rören måste borraras ner från ett håll så att låsen går i varandra och att borrkronan inte går emot låset på tidigare rörspont, se figur 5. Detta implicerar att vid ett upptag av rörsponten måste detta ske i omvänd ordning (Skandia steel 2022).



Figur 5: Profil sedd ovanifrån av borrar rörspont i lås.

Det finns även kombinationer och varianter av alla dessa omnämnda stålsponter.

2.4 Stålets kretslopp

2.4.1 Tillverkning

Stål i Europa tillverkas främst från två olika råvaror, järnmalm eller återvunnet stålskrot. Processerna för ståltillverkning ser annorlunda ut beroende på råvara. Användning av järnmalm inkluderar utvinning i berg samt en reduktionsprocess för att utvinna järnet. Processen som används främst för järnmalm i dagsläget är en masugnprocess (BF) tillsammans med basisk syrgasugn (BOF). Vid användning av återvunnet stålskrot krävs ingen reduktion, råvaran kan direkt smältas ner och nytt stål kan tillverkas. Detta görs genom användning av en elektrisk ljusbågsugn (EAF) (Fossilfritt sverige 2018).

Vid en masugnprocess används fossilt kol eller koks för att reducera järnet i järnmalmen. Järnmalm är en samling av mineral som innehåller järn (järnoxider), i Sverige vanligtvis magnetit (Fe_3O_4) eller hematit (Fe_2O_3). Reducering innebär att syret tas bort från mineralen. För att göra detta krävs det att syret binder till ett annat ämne, i detta fall kol (C) och bildar koldioxid. Kvar blir rent järn som kan användas inom stålindustrin (Jernkontoret 2021). 85 % av av stålindustrins klimatpåverkan kommer från reduceringsprocessen.

EAF kräver mer elektricitet än masugnprocessen men är inte beroende av fossil energi i någon större utsträckning utöver tillsatser av kol för att erhålla en viss stålqualität. Ståltillverkning står för 3 % av Sveriges totala elförbrukning. Sverige har dock en av elmixarna i världen med minst klimatpåverkan, vilket är en fördel om stål tillverkas i Sverige.

Både EAF och masugnprocessen anses behövas för att tillgodose behovet av stål på marknaden under 80 år framöver. För att stålskrot ska finnas tillgängligt måste stål tillverkas även genom masugnprocessen. Användningen av stål ökar ständigt i världen och det finns inte tillräckligt med stålskrot på marknaden för att täcka upp behovet (Fossilfritt sverige 2018).

Efter att råstålet tillverkats från någon av processerna bearbetas stålet ytterligare på olika sätt. Först gjuts stålet till tackor av olika storlek. Efterföljande process är valsning, där blir stålet en färdig produkt. För stålspond används en process som kallas varmvalsning. Valsning innebär att stålet plattas till erforderlig tjocklek genom valsar, dessa är hårda rullar av olika form som trycks mot varandra. Stålet formas med valsar av olika storlek och form för att ge stålets sin slutgiltiga form (Jernkontoret 2019a).

2.4.2 Återvinning

Stål kan återvinnas till 100 % och ett oändligt antal gånger utan att förlora kvalitet. Det finns en utbredd marknad för handel av stålskrot i Sverige och världen. Vid återvinning av stål klassas skrot beroende på kvalitet (Jernkontoret 2019b). Klass 11, prima styckesskrot är högsta klassen och är låglegerat stålskrot fritt från skrymmande ihåligt material och en maximal längd av 1,5 m. Storleken beror på att materialet ska vara "chargerbart" vid stålverket. Detta innebär att det ska kunna laddas in direkt i en elektrisk ljusbågsugn utan ytterligare bearbetning. Om stålet klassas in som prima styckesskrot kan det användas vid stålverket direkt (Jernkontoret 2000).

2.5 Livscykelanalys

Livscykelanalys är en metod som används för att få en helhetsbild av miljöpåverkan från en produkt. Alla material, all energi, alla transporter och utsläpp beräknas för alla delar av den valda livscykeln. Dessa ses som in- och utflöden från modellen som beskriver produktens livscykel. Målet med en livscykelanalys är att kunna kvantifiera och bedöma miljöpåverkan från en produkt eller process (Klöpffer & Grahl 2014).

Livscykelanalys delas ofta upp i två olika modelleringsprinciper, bokförings-LCA, på engelska attributional-LCA (ALCA) och konsekvens-LCA, på engelska consequential-LCA (CLCA). I ALCA beräknas in- och utflöden som finns tillgängliga nu och är direktrelaterad till produkten som vill undersökas. Medeldata används och direkta effekter tas i beaktande. ALCA används om miljöpåverkan ska beräknas direkt för en produkt, jämföra produkter eller delar av produkter. CLCA ser till förändringar i livscykelkedjan och vad konsekvenserna blir av förändringar i kedjan. Metoden är framåtblickande, ser till indirekta effekter och använder sig av marginaldata (European Commission 2010).

Det har tagits fram en standard för att livscykelanalyser ska genomföras på samma sätt, ISO 14040:2006. En livscykelanalys enligt standarden utgår alltid från ett ramverk bestående av fyra delar: mål och omfattning, inventeringsanalys, miljöpåverkansbedömning och tolkning. En livscykelanalys enligt ramverket är iterativ, omfattning och mål kan exempelvis behöva förändras beroende på inventeringsanalysen om mer data skulle bli tillgänglig (ibid.).

I den första delen tas mål och omfattning fram. Detta inkluderar val av systemgränser, funktionell enhet (FU) och miljöpåverkanskategorier. Systemgränser visar vilka processer som ingår eller inte i livscykeln. FU är en referensenhet som tas fram för att visa resultatet på ett tydligt sätt och som gör det möjligt att jämföra produkten. Miljöpåverkanskategorier representerar påverkan från ett miljöproblem, exempelvis klimatförändring (ibid.).

I den andra fasen genomförs en inventarieanalys. Data för in- och utflöden samlas in för relevanta processer i livscykeln, exempelvis energiförbrukning eller hur mycket av ett visst material som används (European Commission 2010).

I den tredje fasen genomförs en miljöpåverkansbedömning, data för in- och utflöden omvandlas till parametrar för att beskriva miljöpåverkan. En karaktärisering sker för varje utsläpp från produktens livscykel med en karaktäriseringsfaktor, exempelvis metan och lustgas som multipliceras med olika faktorer för att beskriva klimatpåverkan i koldioxidekvivalenter. Miljöpåverkansbedömningen blir resultatet från livscykelanalysen (Klöpffer & Grahl 2014). I detta steg kan även en känslighetsanalys genomföras, för att undersöka hur känsligt ett antagande varit och hur robust analysen är. Den fjärde fasen är en tolkning av resultatet, här undersöks om något sticker ut och behöver ändras eller dubbelkollas. Exempelvis om ett antagande har varit rimligt (European Commission 2010).

Vid livscykelanalyser uppstår det ofta biprodukter som har ett värde och kan användas till en annan produkt. I huvudsak finns det två sätt att hantera miljöpåverkan från dessa, allokering eller systemexpansion. Vid systemexpansion inkluderas biprodukterna och det antas att dessa ersätter produkter på en global marknad. Exempelvis har stålskrot ett värde som biprodukt då det används vid tillverkning av nytt stål, då kan värdet för detta räknas in i livscykeln som att det ersätter en produkt på marknaden. Miljöpåverkan från denna biprodukt räknas som en vinst för livscykeln för den primära produkten. Vid allokering fördelas i stället miljöpåverkan mellan produkter och biprodukter på olika sätt. Framst genom ekonomiskt värde eller på dess massa. ISO framhåller att systemexpansion ska användas före allokering om möjligt (ibid.).

För att beräkna miljöpåverkan inom livscykelanalys används ofta programvaror och databaser som har byggts upp genom år av forskning. En programvara som används i stor utsträckning av både universitet och företag är Simapro (PRé 2023).

2.6 Tidigare studier

Det finns inga tidigare studier som behandlar stålsfont ur ett klimatperspektiv som är jämförbart med dennas studie. De studier som finns behandlar olika alternativ till stålsfont. Det finns dock många studier inom livscykelanalys för stål, men fokus ligger ofta på olika tillverkningar eller effektiviseringar av tillverkningen. Något som kopplar till denna studie på ett större plan är hur bygg- och anläggningsbranschen ska minska sina utsläpp av växthusgaser. Det finns ett forskningsprogram som heter "Mistra Carbon Exit" (MCE) som tar fram tekniska färdplaner för hur en omställning till en minskad klimatpåverkan kan ske. En färdplan som tagits fram är för byggnader och infrastruktur. Studien visar att stål står för 21 % av klimatpåverkan inom bygg- och infrastruktur. Fokuset ligger till stor del på tillverkningen av stål. Studien visar att det går att reducera klimatpåverkan genom en övergång till EAF från en masugnprocess. Men det krävs också en övergång från en klassisk masugnprocess till användning av väte eller andra metoder vid reduktionen av järnmalm för att minska klimatpåverkan betydande. EAF är en tillverkningsmetod som kräver stora mängder elektricitet, och klimatpåverkan från EAF kan även reduceras genom användning av fossilfri el och att det finns potential för användning av biokol i stället för fossilt kol vid vissa processer (Karlsson et al. 2020).

Studien trycker dock även på att återvinning och återanvändning är nyckelmetoder för att minska klimatpåverkan och agera för en hållbar framtid. Processerna vid ståltillverkning kommer fortfarande kräva stora mängder energi i framtiden. Studien tar upp att om fokuset vid materialoptimering skulle vara att minska klimatpåverkan i stället för en kostnadsreducering, kan 1/3 av allt material som används sparas in. Detta för att arbetet ofta står för den större delen av kostnaderna vid en byggnation, och inte materialet. En åtgärd som optimering av konstruktioner kan minska klimatpåverkan med 20–50 % inom stål i bygg- och infrastrukturprojekt. Studien visar en färdplan mot nettonollutsläpp 2045, det antas att materialeffektiviteten ska stå för 30 % av reduktionen av klimatpåverkan, exempelvis genom återanvändning (Karlsson et al. 2020).

Studien visar även på att användning av offentlig upphandling som ett verktyg är en viktig del av att minska klimatpåverkan. Myndigheter måste vara drivande med krav och andra incitament för att målen om nettonollutsläpp för Sverige ska uppnås till 2045. Detta kommer att skapa marknader och få producenter att skapa produkter med minskad klimatpåverkan.

3 Metod

För att svara på frågeställningarna i detta projekt valdes en kombination av intervjuer och livscykelanalys. Intervjuer har använts för att inhämta data till livscykelanalys och för att få en fördjupad förståelse för ämnet. Livscykelanalys har använts för att modellera klimatpåverkan från insamlad data över olika processer i stålspontens livscykelkedja.

Utöver ovan nämnda metoder har platsbesök genomförts vid två anläggningar där stålspont lagerhålls och genomgår en returprocess för att kunna återanvändas. Ett besök har även genomförts på ett stålverk med tillverkning via EAF.

3.1 Intervjuer

Intervjuerna genomfördes som semistrukturerade. Denna typ av intervjuer är uppbyggda kring en intervjumall med förbestämda frågor och teman där sedan intervjuobjektet får svara öppet på frågor (Blomkvist 2014). En intervjumall togs fram efter att data till bakgrund och teori inhämtats.

Intervjuobjekt valdes så att hela värdekedjan, beställare till konsult och underentreprenör skulle representeras. Personer som intervjuats har haft titlar och erfarenhet som geotekniker, geokonstruktör, inköpare/upphandlare, tekniker, hållbarhetsansvarig, bygglidare, grundläggningsexpert, VD, arbetschef och lageransvarig. Första intervjupersonen gavs av handledare vid Trafikverket, intervjuobjekt A. Därifrån knöts vidare kontakter. Kontakt har även tagits på eget initiativ i många fall, främst till underentreprenörer. Handledare har även hjälpt till med kontakt med andra intervjupersoner som arbetar åt Trafikverket. Om personen arbetat åt Trafikverket har intervjuerna markerats med rött i sammanfattningen, denna återfinns i bilaga A.5. Totalt har 44 frågor sammanställts i intervjumallen.

Samtliga intervjuobjekt kontaktades via e-post i ett första steg, om ej svar fåtts inom 2-3 dagar kontaktades samma objekt via telefon. Vid kontakt användes e-postadress från Trafikverket. Intervjuerna genomfördes via telefon, videosamtal eller på plats. Alla intervjuobjekt har inte fått svara på alla frågor i intervjumallen utan frågor har valts ut som passar intervjuobjektet i fråga.

Frågorna i intervjumallen har inte besvarats i en specifik ordning. Frågor har besvarats vartefter samtalet har lett för att eftersträva följsamhet i samtalet och inte avbryta viktiga svar på frågor från intervjuobjektet (Blomkvist 2014).

Intervjuerna inleddes alltid med en beskrivning av arbetet i denna studie, med mål och syfte. Därefter fick intervjuobjektet berätta om sin roll och erfarenhet i branschen. Frågor började sedan ställas med intervjuguiden som stöd. Svaren från intervjuobjekten antecknades under tiden i ett dokument. Målet var att anteckna allt som sades med fokus på innehållet till svaren. Om något varit oklart eller intressant har intervjuobjektet uppmanats att upprepa sig. Svaren sammanställdes i ett Excel-dokument där alla svar från samtliga intervjuobjekt ställdes bredvid varandra. Svaren summerades i en egen kolumn, samstämmiga svar och andra intressanta anteckningar för studien sparades och skrevs ner i denna summering. Inspelning valdes bort för att få ett mer dynamiskt och ärligt samtal så att intervjuobjektet inte behövde känna någon press över vad den skulle säga och fundera över varje mening.

Varje intervju avslutades med frågor om kontakt fick tas igen via e-post för att komplettera svaren. Intervjuobjekten vart tillfrågade om godkännande att använda svaren som givits i intervjun till rapporten som källa. Samtliga intervjuobjekt fick sina egna svar skickade till sig innan publicering av rapporten för att kunna rätta till misstolkningar och ge andra åsikter om svaren. Intervjuobjekten får även tillgång till rapporten efter den är klar samt har bjudits in till presentation av arbetet.

3.2 Livscykelanalys – systembeskrivning

Livscykelanalysen i studien följer modelleringsprincipen av bokföring, ALCA. Denna princip har valts för att kunna jämföra klimatpåverkan från en produkts olika livscykler. Programvaran Simapro, version 9.4.0.2, har använts för att modellera livscykeln. Databasen som använts är ecoinvent 3.8.

En variant av systemexpansion, substitutionsmetoden, har använts för att hantera biprodukter i livscykeln. Metoden utgår från att “en börda undviks” om en biprodukt skapas som kan ersätta en produkt med ett värde på en marknad (European Commission 2010). Exempelvis järnskrot i en livscykel som kan användas för att skapa en ny stålprodukt. Bördan att skapa nytt järnskrot har besparats och kan därmed krediteras till modellen som skapat järnskrotet. För att visa fördelar med återvinning på ett tydligt sätt användes data från ecoinvent med systemmodellen *allocation at point of substitution (APOS)*. Denna systemmodell följer principen för ALCA och är designad för att undvika allokering vid avfall (ecoinvent 2020).

3.2.1 Miljöpåverkan

Den studerade miljöpåverkanskategorin är klimat. Klimatpåverkan bedöms i denna studie genom global uppvärmningspotential (GWP). Metoden som används är *IPCC GWP100 2021* som är utvecklad av Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Metoden utgår från en tidshorisont om utsläppen av koldioxid under en 100-års period. Detta har valts för att inkludera långsiktiga utsläpp för att beslutsfattare ska kunna ta beslut om åtgärder som inte enbart påverkar i närtid.

Klimatpåverkan enligt metoden redovisas i koldioxidekvivalenter (kg CO₂-eq). Värdet utgår från utsläpp av 1 kg CO₂ med en karaktäriseringsfaktor på 1. Andra utsläpp som påverkar klimatet har andra karaktäriseringsfaktorer, exempelvis har lustgas 273 och metan 30 (IPCC 2021).

3.2.2 Avgränsningar

Förbrukning av elektricitet på returanläggning utöver den som förbrukas av högtryckstvätt har ej inventerats i studien. Elektricitet utöver den till högtryckstvätt har främst varit till kontor och belysning.

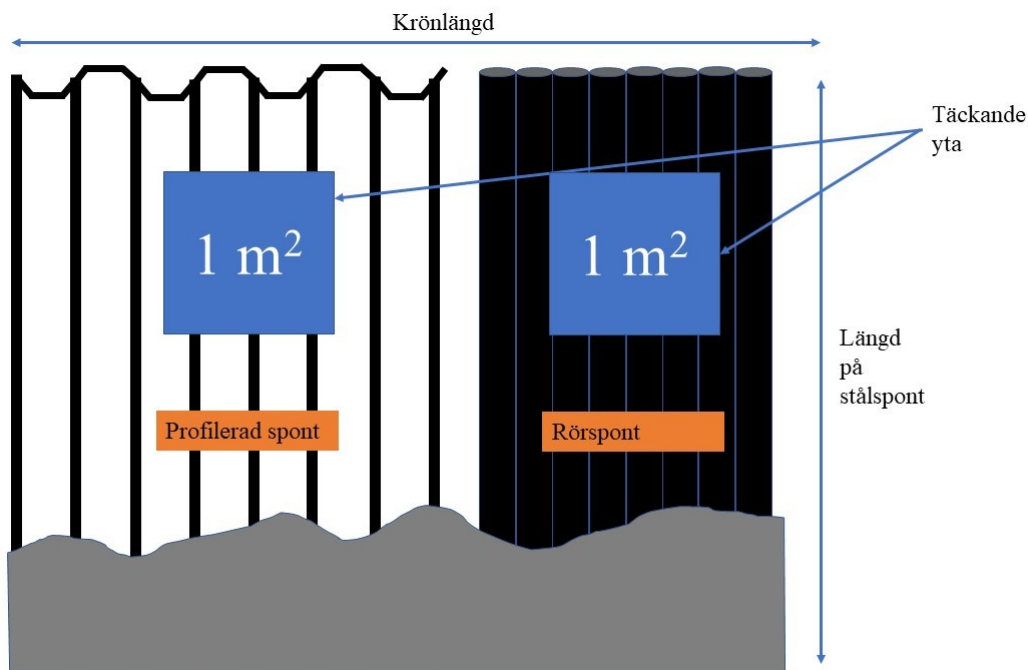
I minst ett fall används en travers i stället för hjullastare vid hantering av stålspont. Traversen är eldriven och hjullastaren drivs av diesel. I modelleringen används hjullastare för att simulera hanteringen av stålspont.

Arbetsmaskiner för stålspont antas avetableras efter varje neddrivning och avetableras efter varje upptag. Maskinen antas inte stanna på arbetsplatsen tills dess att upptag är möjligt.

Stålspont antas ha en återvinningsgrad på 100 %.

3.2.3 Funktionell enhet och systemavgränsningar

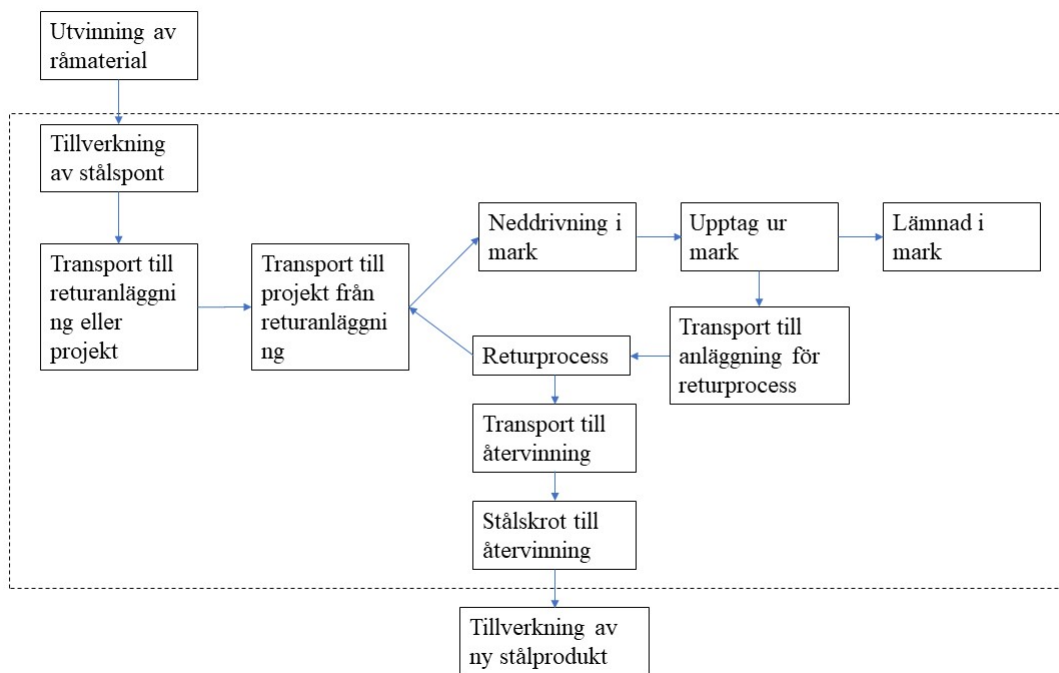
Den funktionella enheten för studien är 1 m^2 täckande yta stålspont per användning, se figur 6. Denna enhet valdes till m^2 för att det är en jordyta som ska täckas bort och olika stålspont har inte samma vikt per täckt yta. Att lägga till *användning* gjordes för att kunna jämföra en stålspont som återanvänds flera gånger gentemot en som inte återanvänds.



Figur 6: Överblick av stålspont med förklaring till funktionell enhet.

Systemgränserna för denna studie är en nytillverkad stålspons i Europa till dess att den återvinns eller lämnas i marken i Stockholm, se figur 7. *Utvinning av råmaterial* ingår inte i systemgränserna. *Stålskrot till återvinning* antas inte ha någon klimatpåverkan utöver *transport till återvinning*. Stålskrotet antas kunna smältas ner direkt och en ny produkt kan formos, ingen vidare behandling antas inom systemgränsen för stålskrot. Klimatpåverkan från nedsmältning och vidare hantering tillhör *tillverkning av ny stålprodukt* som ligger utanför systemgränsen.

Returprocess innebär tvätt och bearbetning av stålspons innan den är klar för att användas igen. *Neddrivning i mark* är en process där stålspons vibreras eller borraras ner i mark. *Upptag ur mark* är en process där stålspons vibreras upp ur marken efter användning. *Lämnad i mark* innebär att stålsponsen lämnas kvar i marken vid projektet och ej tas upp för återvinning eller återanvändning. *Transport till returansläggning eller projekt* innebär transporten av fabriksny stålspons från ståltillverkare, stålsponsen kan levereras till returansläggningen/lager eller direkt till projekt. *Transport till och från projekt till returansläggning* är en process där stålsponsen transporteras till returprocessen för tvätt och bearbetning samt därifrån efter genomgången returprocess. *Tillverkning av stålspons* är en process där en ny stålspons tillverkas vid stålverk i Europa.



Figur 7: Överblick av systemgränser för LCA-modellen.

3.2.4 Platser och transportavstånd

Platsen för projekt antas vara Stockholm centralstation.

Transportsträcka från ståltillverkare till projekt är ett medelvärde från de två stålsponsstillverkare i Europa som modelleringen utgår ifrån till projektplatsen i Sverige. Detta är fördelat på 1520 km med lastbil samt 66 km färja.

Transportsträckan till retur­anläggning beräknas som ett medelvärde till platser där returprocess sker i Sverige från platsen för projekt. Sträckan är 169 km.

Transportsträckan för etablering och avetablering av arbetsmaskiner utgår från samma sträcka som för returprocessen, 169 km.

Transportsträckan till återvinning utgår från ett medelvärde mellan samtliga stålverk i Sverige som använder sig av återvunnet stål till projektplatsen. Sträckan är 225 km.

3.3 Livscykelinventering

Nedan beskrivs flera processer som ingår i modelleringen av ståls­pont och vilka värden som använts. Detaljerad information, referens och hänvisning till använt dataset i Simapro till samtliga processer finns i tabell 3. Samtliga bränslen som förbrukas antas vara konventionell diesel från en europeisk marknad, inblandningen av bi­bränsle är 5,7–6,4% (Jungbluth & Meili 2018). Modellering med konventionell diesel valdes efter att det från intervjuer framkommit att det är bränslet som används i störst utsträckning. Förbrukningsvärden för diesel är konverterade till MJ enligt tabell 1. Tabell 2 har använts för att konvertera värden för respektive ståls­pont till den enhet som vill användas. För transporter används en marknadsprocess för Europa, detta innebär att lastningsmängden är 16 ton för ett lastbils­ekipage med en totalvikt på 32 ton samt tomma returtransporter. Vid samtliga transporter antas det att nyare lastbilar med miljöklass euro 6 används.

Tabell 1: Konvertering av värden för diesel (Prussi et al. 2020). Värden används för att konvertera bränsleåtgång i l till energiförbrukning i MJ.

	MJ	kg	l
MJ	1	2,33E-2	2,76E-2
kg	4,29E+1	1	1,18
l	3,62E+1	8,45E-1	1

3.3.1 Tillverkning av ståls­pont

Livscykelanalysen har fokuserat på profilerad ståls­pont utöver scenario 1.3 (rörspont). Produkten som analysen utgår ifrån är VL 603 från tillverkaren Vitkovice samt PU 12 från tillverkaren Arcelor Mittal. Dessa ståls­ponter har liknande egenskaper (Arcelor Mittal n.d.; Vitkovice steel 2022). Vid beräkningar och konverteringar från kg / m för profilerad ståls­pont används data för Vitkovice, se tabell 2. Modelleringen utgår från en ståls­pont av längden 12 m.

Tabell 2: Egenskaper hos olika stålspont (Arcelor Mittal n.d.; SSAB 2016; Vitkovice steel 2022)

	Vikt per längd [kg/m]	Täckande krön- längd [m]	Använd stålbredd till krön- längd [m]	Vikt per 12 m stålspont [kg]	Tjocklek (mm)	Vikt per täckande area [kg/m ²]
VL603	64,2	0,6	0,87	770	9,6	107
PU12	66,1	0,6	0,87	793	9,8	110
VL602	53,4	0,6	0,87	641	8,4	89
VL605A	76,5	0,6	0,87	918	10,7	128
SSAB RD320 (rör)	77,4	0,32	1,02	929	10	239

Tillverkning har delats upp i ett A och ett B fall. Samtliga scenarion för profilerad stålspont är modellerade för båda fallen. Tillverkning A speglar tillverkningen för Arcelor Mittal (PU12). Detta innebär tillverkning med EAF och att andelen stålskrot är 100 % (Arcelor Mittal 2022).

Tillverkning B speglar en generell europeisk marknad där både en masugnprocess och EAF används för framställning av stål. Detta speglar tillverkningen för Vitkovice (VL603). Det framgår från deras miljöcertifiering enligt LEED att 20 % återvunnet stålskrot används i deras produkter samt att tillverkningen sker med en masugnprocess (Vitkovice steel 2021). Scenarion med rörspont är enbart modellerade med tillverkning B, då det inte gick att finna rörspont i Europa som enbart tillverkas genom EAF och ett sådant scenario skulle därför inte spegla en verklig marknad.

Efter framställning av stål varmvalsas det för att skapa produkten stålspont. Processen för tillverkning av stålspont som används i livscykelanalysen är generell för stålprodukter som genomgår samma process, detta inkluderar produkter som exempelvis balk. Varmvalsning simuleras genom två processer som finns inlagda i ecoinvent, se tabell 3. För rörspont tillkommer ytterligare processer vid tillverkning, se tabell A1.

3.3.2 Etablering och avetablering av arbetsmaskin

Etablering innebär transport av grävmaskin med Movax till och från projekt. Vikt för grävmaskin baseras på Hitachi 350 om 38 ton samt 100 st stålspont per projekt. Transportsträckan är 169 km och transportarbetet blir 64,1 tonkm. Data för etablering och avetablering erhöles från intervjusvar.

3.3.3 Neddrivning i mark

För profilerad stålspont används Movax SG-75 tillsammans med grävmaskin Hitachi 350 för att vibrera ner spont. 20 l diesel / h beräknas användas. 30 st stålspont om 12 m drivs ner per dag. En dag antas vara 8 effektiva timmar. För rörspont används borrhning med kompressor. Bränsleförbrukningen beräknas som ett medelvärde från intervjusvar. 68,4 l diesel / h beräknas användas. 145 effektiva m rörspont drivs ner per dag. Data för neddrivning i mark erhöles från intervjusvar.

3.3.4 Upptag ur mark

För både profilerad stålspons och rörspons används Movax SG-75 tillsammans med grävmaskin Hitachi 350 för att vibrera upp spons. Bränsleåtgången per timme är samma vid upptag som vid neddrivning. 40 st stålspons om 12 m tas upp per dag. Lika många effektiva meter tas upp som drivs ner per dag. Data för upptag ur mark erhöles från intervjusvar.

3.3.5 Returprocess

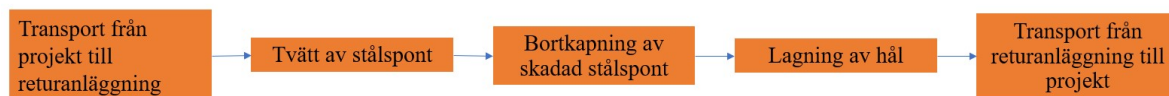
Returprocessen påbörjas vid *transport från projekt till returläggning*, se figur 8. Transportsträckan som används till och från returprocessen är 169 km och transportarbetet blir 0,17 tonkm för 1 kg.

Tvätt av stålspons sker med hetvattentvätt av märket Kärcher HDS10 som drivs av elektricitet och diesel. Förbrukningen av elektricitet beräknas på en effekt av 7,8 kW. Förbrukningen av diesel är 7,6 l / h. Effektiv spoltid per dag är 4,25 h. Antalet stålspons som tvättas per dag är 30 st. Vattenförbrukningen är 3,2 m³ per dag.

Bortkapning av skadad stålspons sker med en gasblandning av acetylen och syrgas, sträckan som kapas är taget från "använd stålbredd till täckande bredd" i tabell 2. I snitt var 7:e stålspons behöver kapas och bortkapad längd är 30,0 cm. Distribuerat per stålspons blir detta 4,26 cm.

Lagning av hål sker genom svetsning av stålplåt över hålet. Svetsningsmängden i returprocessen antar att i snitt var 15:e stålspons behöver lagas. Utgångspunkten är ett hål som kan täckas av en stålplåt med dimensionen 0,3x0,3 m. Detta medför en svetsfog av längden 1,2 m, gassvets med acetylen- och syrgas används.

Hantering av stålspons vid returprocess utgår från att hjullastare används. Bränsleförbrukning beräknas utifrån att 1,8 m³ diesel förbrukas under ett kvartal med 4 arbetsdagar per vecka. Det simuleras av en arbetsmaskin med låg lastfaktor.



Figur 8: Överblick av returprocess.

Samtlig data för returprocess erhöles från intervjusvar utöver förbrukning av elektricitet och diesel av högtryckstvätt som erhöles från tillverkare.

3.3.6 Stål till återvinning

Stålskrot till återvinning ses som en undvikna börda på klimatet. Vid användning av tillverkningsscenario A så består den undvikna bördan av 100 % stålskrot. Vid användning av tillverkningsscenario B är 20 % stålskrot och 80 % järnmalm. Detta baseras på att det är samma procentandelar som används som råvara vid tillverkningen. Andelarna multipliceras med andelen totalt återvunnet material.

Mängden totalt återvunnet stålskrot beräknas enligt följande. A: återvunnen stålspont, B: obrukbar längd, C: bortkapat i varje returprocess, D: antal returprocesser.

$$A = B + (C * D) \quad (1)$$

Beräkning av andel stålspont som återvinns utgår från en ny stålspont som är 12 m och en obrukbar längd på 3 m. Ett exempel på beräkning av andel som återvinns vid 5 returprocesser (6 användningar) ger att andelen återvunnen stålspont blir 0.27. Den undvikna bördan vid tillverkning A (EAF) blir 0.27 multiplicerat med 100 % stålskrot per kg stålspont. Den undvikna bördan vid tillverkning B (masugnprocess) blir 0.27 multiplicerat med 80 % järnmalm respektive 20 % stålskrot per kg stålspont. Resterande andel stålspont antas bli kvar i marken som permanent konstruktion eller av annan anledning.

Transportsträckan multipliceras med andelen återvunnen stålspont för att få ett värde i tonkm för beräkning av klimatpåverkan från transport.

3.3.7 LCI-data

I tabell 3 är värden som utgår från en stålspont om 12 m dividerade med massan för 12 m stålspont för att erhålla ett värde per kg, se tabell 2. Vidare är värden som utgår från kg dividerade med antalet användningar för att erhålla *kg stålspont per användning*. Dessa värden är sedan vidare multiplicerat med vikten per m² för respektive stålspont vid modelleringen. Tabell 3 visar inventariedata till modellering i Simapro för basfallet med profilerad stålspont (scenario 1, 6 användningar) med tillverkning A. LCI-data som exempel för tillverkning B och rörspons finns i Appendix A1.

Tabell 3: LCI-data per kg använd stålspons, basfall profilerad stålspons, tillverkning A.

	Mängd	Enhet	Referens	Dataset ¹
Stålspons				
Ståltillverkning	1,67E-1	kg	ecoinvent	1
Varmvalsning	1,67E-1	kg	ecoinvent	2
Transport till Stockholm med lastbil	2,53E-1	tonkm	Google Maps	3
Deltransport till Stockholm med färja	1,10E-2	tonkm	Google Maps	14
Returprocess				
Kapning med gas	1,34E-4	m	Bilaga A.5	4
Svetsning med gas	8,66E-5	m	Bilaga A.5	5
Material till lagning	4,82E-4	kg	Bilaga A.5	6
Vatten till högtryckstvätt	1,15E-1	kg	Bilaga A.5; (Kärcher n.d.)	7
Diesel till högtryckstvätt	4,19E-2	MJ	A.5; (Kärcher n.d.)	8
Elektricitet till högtryckstvätt	4,31E-3	MJ	A.5; (Kärcher n.d.)	9
Hantering med hjullastare	6,45E-1	s	A.5	10
Transport till projekt från returprocess	1,41E-1	tonkm	Google Maps	3
Transport till returprocess från lager	1,41E-1	tonkm	Google Maps	3
Arbete				
Nedförande med Movax	3,51E-1	MJ	Bilaga A.5	11
Upptag med Movax	2,20E-1	MJ	Bilaga A.5	11
Etablering	8,32E-2	tonkm	Google Maps	3
Avetablering	8,32E-2	tonkm	Google Maps	3
Undvikna bördor				
Stålskrot	-4,40E-2	kg	Bilaga A.5	12
Transport till återvinning	9,99E-3	tonkm	Google Maps	13

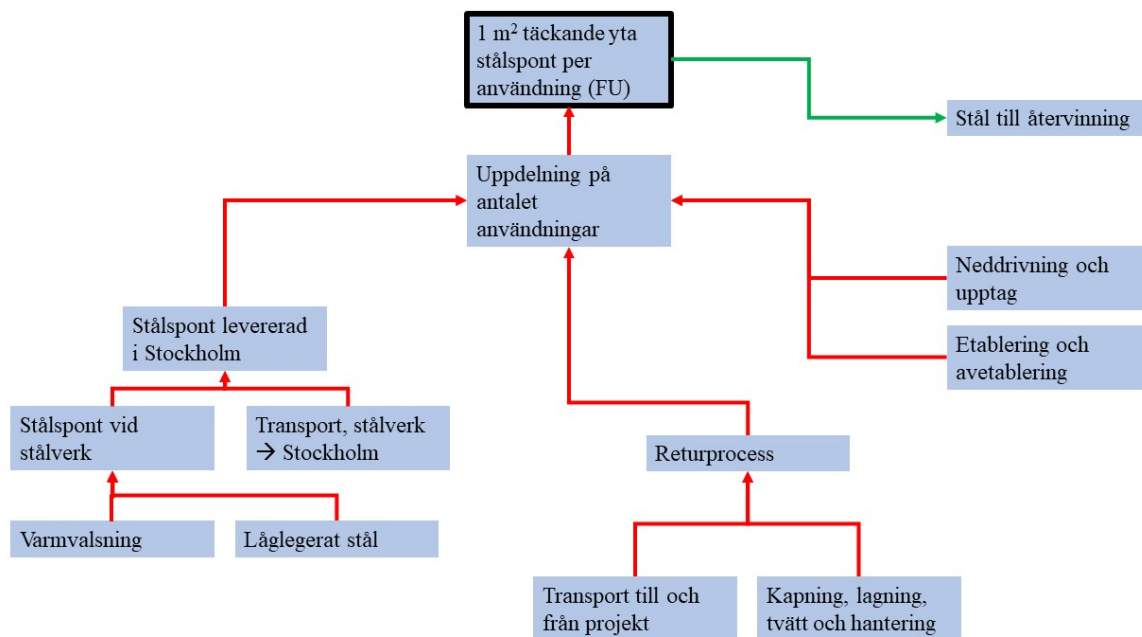
¹ Datasetets namn finns i bilaga A2.

3.4 Scenarion

Totalt modelleras 10 st scenarion. Modelleringen av livscykelanalysen genomfördes först för ett basfall, scenario 1. Detta scenario utgår från medelvärden som erhållits från intervjuobjekt och speglar hur användningen av stålspont generellt ser ut idag. Studien har sedan flera scenarion och delscenarion som utgår från detta basfall, där basfallet modifieras för att återspegla ett annat scenario. Exempelvis genom att en eller flera processer tas bort eller ändras. Scenarierna beskrivs kortfattat i efterföljande text och sammanställs i tabell 4. Utförliga processflöden återfinns i bilaga A.3.

3.4.1 Scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar)

Basfallet för profilerad stålspont. En ny profilerad stålspont används 6 gånger. Stålsponten antas bli kvar i marken efter detta. Den totala klimatpåverkan delas sedan på antalet användningar. Återvunnet material baseras på antalet returprocesser, se ekvation 1. I figur 9 visas en överblick över det modellerade processflödet för scenario 1. Scenariot valdes för att modellera hur profilerad stålspont används idag.

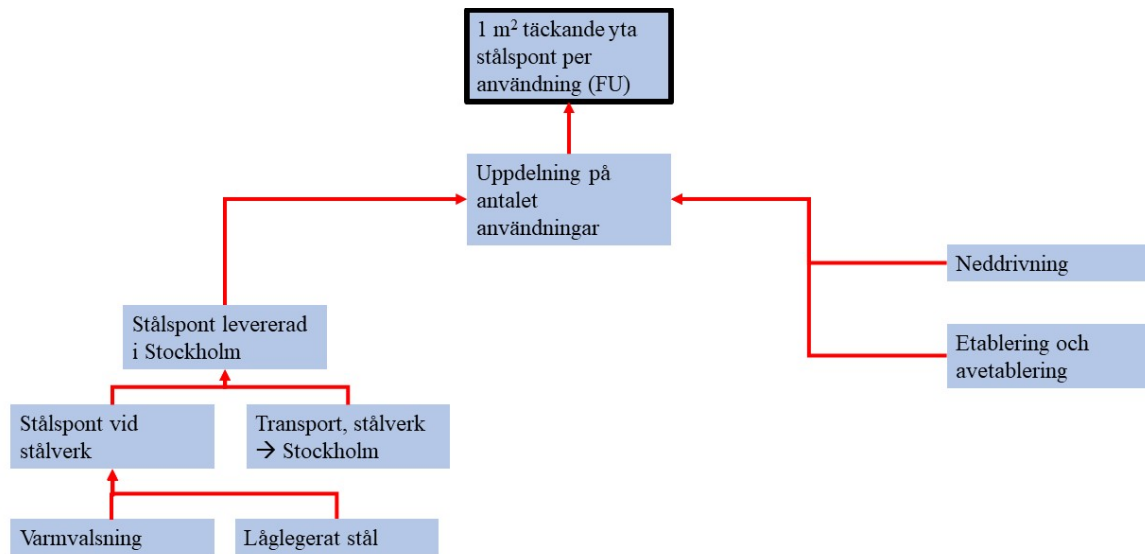


Figur 9: Överblick av processflöde vid modellering för scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar). Den slutgiltiga produkten är FU. Varje box motsvarar en process med en beräknad klimatpåverkan från ingående material och underprocesser. Röda pilar in mot den slutgiltiga produkten visar summering av klimatpåverkan från varje box. Gröna pilar ut från den slutgiltiga produkten visar undvikna bördor i systemet som beräknas med negativt tecken i den totala klimatpåverkan.

3.4.2 Scenario 2 (profilerad stålspont, lämnas i mark efter 1 användning)

En ny profilerad stålspont blir kvar i mark efter 1 användning. Den totala klimatpåverkan fördelas på 1 användning. Detta scenario finns för att jämföra för- och nackdelar med scenario 1. I figur 10 visas en överblick över det modellerade processflödet för scenario 2 (profilerad stålspont,

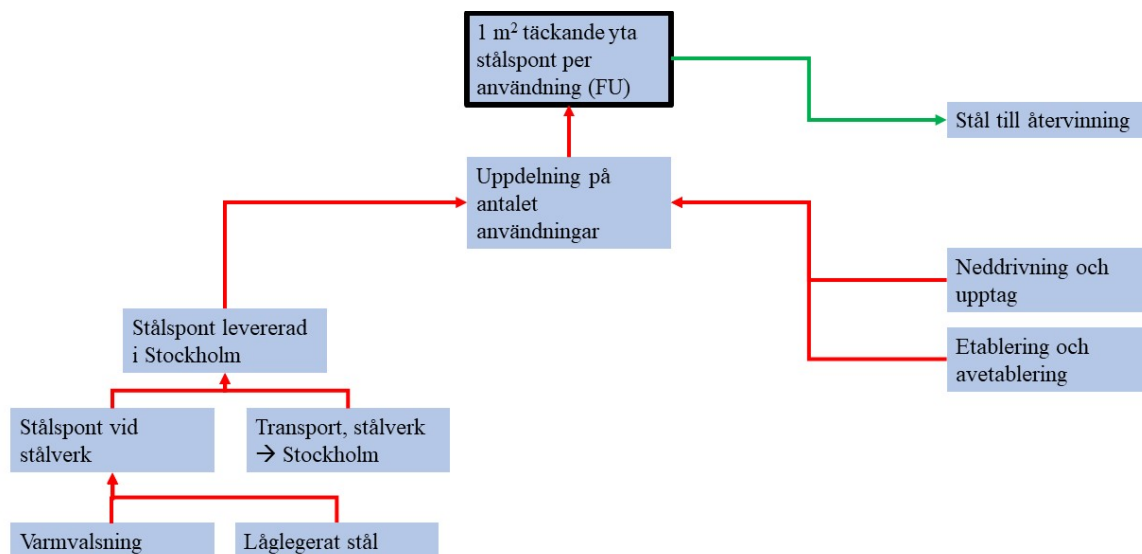
lämnas i mark efter 1 användning). Scenariot valdes för att modellera klimatpåverkan i de fall som stålspons blir kvar i marken, även fast det kanske inte hade behövts.



Figur 10: Överblick av processflöde vid modellering för scenario 2 (profilerad stålspons, lämnas i mark efter 1 användning). Den slutgiltiga produkten är FU. Varje box motsvarar en process med en beräknad klimatpåverkan från ingående material och underprocesser. Röda pilar in mot en slutgiltiga produkten visar summering av klimatpåverkan från varje box.

3.4.3 Scenario 3 (profilerad stålspons, återvinns efter 1 användning)

En ny profilerad stålspons återvinns efter 1 användning. Hela stålsponsen antas återvinnas. Detta scenario finns för att jämföra för- och nackdelar med scenario 2. I figur 11 visas en överblick över det modellerade processflödet för scenario 3 (profilerad stålspons, återvinns efter 1 användning). Scenariot valdes för att modellera fördelarna med att återvinna gentemot att stålsponsen blir kvar i marken, även om det inte är möjligt att återanvända stålsponsen.



Figur 11: Överblick av processflöde vid modellering för scenario 3 (profilerad stålspons, återvinns efter 1 användning). Den slutgiltiga produkten är FU. Varje box motsvarar en process med en beräknad klimatpåverkan från ingående material och underprocesser. Röda pilar in mot en slutgiltiga produkten visar summering av klimatpåverkan från varje box. Gröna pilar ut från den slutgiltiga produkten visar undvikna bördor i systemet som beräknas med negativt tecken i den totala klimatpåverkan.

3.4.4 Scenario 1.1 (profilerad stålspons, svetsas ihop)

Profilerad stålspons med obrukbara längder om 3 m svetsas ihop till en stålspons på 12 m för att kunna återanvändas en gång till. Stålsponsen antas användas en gång till efter svetsprocessen och blir sedan kvar i marken. Stålsponsen används totalt 7 gånger, först 6 användningar sedan 1 gång till efter ihopsvetsning. I jämförelse med andra scenarier inkluderas inte obrukbar längd i beräkningen av återvunnet material, detta material används till den nya ihopsvetsade stålsponsen. Processflödet kan jämföras med det för scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) i figur 9 med ett tillägg av en svetsprocess. Detta scenario skapades efter att en möjlig miljövinst har identifierats i intervjuer och ska jämföras med scenario 1.

3.4.5 Scenario 1.2 (profilerad stålspons, tunnare/grövre godstjocklek)

Profilerad stålspons byts ut mot en med 2 mm tunnare respektive grövre godstjocklek. Stålsponsen används vid 3 färre respektive 3 fler sponttillfällen jämfört med scenario 1. Scenarierna benämns som scenario 1.2.1 (profilerad stålspons, tunnare godstjocklek)1.2 och scenario 1.2.2 (profilerad stålspons, grövre godstjocklek). Efter dessa användningar blir stålsponsen kvar i marken. Processflödet kan jämföras direkt med det för scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) i figur 9. Detta scenario skapades efter att en möjlig miljövinst har identifierats i intervjuer och ska jämföras med scenario 1.

3.4.6 Scenario 1.3 (rörspont)

Scenario för rörspont i lås (RD-vägg). För rörspont i lås är basfallet att stålsPonten blir kvar i marken efter 1 användning. Delscenariot innehåller 3 stycken scenarion. Två av dessa speglar *scenario 2* och *scenario 3*, dock skiljer sig processerna tillverkning och neddrivning för rörspont gentemot profilerad spont. Processflödena är därmed lika figur 10 respektive 11. Dessa benämns scenario 1.3.1 (rörspont, lämnas i mark efter 1 användning) och scenario 1.3.2 (rörspont, återvinns efter 1 användning). Det tredje scenariot, vilket kan ses som ett modifierat *scenario 1*, utgår från att rörspont återanvänds 3 gånger. Processflödet kan jämföras med det för scenario 1 (profilerad stålsPont, 6 användningar) i figur 9. Detta benämns som scenario 1.3.3 (rörspont, 3 användningar). För detta scenario antas samma returprocess, etableringar och obrukbar längd som för profilerad spont.

Scenario 1.3.1 (rörspont, lämnas kvar i mark efter 1 användning) valdes för att modellera för hur rörspont används idag. Scenario 1.3.2 (rörspont, återvinns efter 1 användning) modellerades för att visa på fördelar med att möjligtvis återvinna rörspont i stället för att lämna kvar i marken. Scenario 1.3.3 (rörspont, 3 användningar) valdes för att modellera för en möjlig framtida åtgärd där rörspont kan likt profilerad stålsPont återanvändas.

Tabell 4: Antal processer för vardera scenario. Alla värden i tabellen är antal av respektive process som ingår i scenariot utöver "andel stål som återvinns".

Scenario Process	1	2	3	1.1	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.3.3
Användningar i marken	6	1	1	7	3	9	1	1	3
Transport av stålsPont till projekt från returprocess	5	1	1	6	2	8	1	1	2
Transport av stålsPont från projekt till returprocess	5	0	0	6	2	8	0	0	2
Neddrivning	6	1	1	7	3	9	1	1	3
Upptag	5	0	1	5	2	8	0	1	2
Returprocess	5	0	0	6	2	8	0	0	2
Etablering av arbetsmaskin	11	1	2	12	5	17	1	2	5
Avetablering av arbetsmaskin	11	1	2	12	5	17	1	2	5
Svetsprocess	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Andel stål som återvinns [%]	27	0	100	3,2	25,8	28,2	0	100	25,8

3.4.7 Extra scenario

Ett extra scenario har även gjorts genom att elektrifiera arbetsmaskinerna vid processerna neddrivning och upptag. Detta är modellerat för basfallen, scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) och scenario 1.3.1 (rörspont, lämnas i mark efter 1 användning). Scenariot är modellerat för att visa en potentiell reducering av klimatpåverkan när marknaden är redo för elektriska alternativ. Detta extra scenario räknas därmed inte in som ett standardscenario som ska beskriva en möjlig reducering av klimatpåverkan i dagsläget.

4 Resultat

4.1 Intervjuresultat

Den totala intervjusumneringen med samtliga frågor kan ses i bilaga A.5. Fråga 1 och 2 var av karaktär för att få en bild av personens roll samt kunskapsläget och presenteras inte under resultat.

Totalt 16 personer har medverkat på 13 intervjuer. 4 av personerna arbetar som geotekniker eller geokonstruktörer, varav 2 är anställda på Trafikverket. 4 st olika företag som utför spontningsarbete har medverkat.

Fråga 36–42 är riktade mot anställda inom Trafikverket med kunskap om upphandling och miljökrav. Dessa frågor är till för att ta reda på hur ett möjligt resultat i denna studie skulle kunna användas.

Fråga 42 och 44 är frågor om det är okej att kontakta personerna igen för ytterligare frågor samt om det är okej att använda informationen som givits i intervjun som en källa i rapporten. Samtliga intervjuobjekt har svarat ja på dessa frågor.

Nedan följer frågor från intervjuerna markerade i fet stil med en summering av svar från intervjuobjekten under. Frågorna är bevarade i samma utformning som i intervjumallen i bilaga A.5 för att kunna sammanlänka svaren i detalj till ett visst intervjuobjekt.

Fråga 3, 12, 13: Hur hanterar företaget stålspons? Återanvänder företaget stålspons? Hur ser returprocessen ut i dessa fall?

Samtliga företag som utför spontning har en returhantering av profilerad stålspons. Företagen har även en affärsmodell där stålsponsen hyrs ut till projekt i stor utsträckning. Processen liknar varandra i att det finns ett större lager där stålspons förvaras. Stålsponsen köps antingen in direkt till projekten alternativt till lagret för vidare distribution till projekt. Samtliga transporter till och från returavläggningarna sker med lastbil, främst med 30 tons trailer. I stor utsträckning används lastbilar med miljöklass euro 6, men alla företag har inte krav på detta. Vanlig diesel används av alla företag om inget annat krav finns. Avläggningarna är koncentrerade till Mälardalen och Göteborg, det finns några mindre avläggningar i Norrland men ingen av dessa har möjlighet till masshantering.

Vid anläggningarna lastas stålspons av med eldriven travers eller hjullastare, dessa används även vid vändning och upplag av stålspons vid tvätt. Stålsponsen tvättas först av med 500 bars högtryckstvätt, hetvatten används 3-12 månader om året. Effektiv spoltid om 2.5-6 h / dag.

Sponten inspekteras och deformerad stålspons kapas bort med skärbrännare som drivs av acetylen- och syrgas av 3 företag och 1 företag använder eldriven plasmaskärare.

Spont som har hål efter efter montering av stag eller annat lagas med gammal bit av stålspons eller ny stålplatta som svetsas på.

Efter att tvätt, kapning och svetsning genomförts läggs stålsponsen på lager i väntan på användning i kommande projekt.

Fråga 14, 17, 28, 29: Hur mycket stålspons hanterar företaget vid återanvändning? Hur stor del av stålsponsen kapas bort? Vilken längd har den kortaste stålspons som används vid entreprenad? Finns det möjlighet att svetsa ihop kortare bitar av stålspons till en lång?

På en dag tvättas 25-35 plank. Maximal lagerhållning av stålspons varierar från 750 till 10 000 ton. Hyresperiod är 6-8 månader i normalfallet.

Den genomsnittliga längden på bortkapad del av stålspons är 10-50 cm. Varje plank behöver inte kapas, andelen plank som behöver kapas varierar från var 4:e till var 10:e.

När en profilerad stålspons är 3-4 m lång läggs den inte längre på lager då den inte anses användbar. När en plank inte längre är användbar skickas den till återvinning svarar 3 av 4 företag. Ett företag svetsar ihop bitar om 3 meter till längre, men återvinner bitar som är kortare.

Fråga 5: Vad är återanvändningsgraden av stålspons?

Vid ett antagande av en spontplanka av längd på 10-12 meter är återanvändningsgraden 5-20 gånger eller 5-10 år i snitt. Merparten av svaren är 5-7 gånger.

Fråga 4: Vilka anledningar finns det till att stålspons lämnas kvar i marken?

Främsta anledningarna till att stålspons lämnas i marken är på grund av sättningar och vibrationer som kan skada omgivningen vid upptag.

En anledning till att stålspons lämnar kvar i marken är även att projektet är litet eller långt bort. Etableringskostnaden samt kostnaden för upptag av stålspons blir högre än värdet på själva stålsponsen som ska dras upp.

Andra anledningar är att området inte är tillgängligt, exempelvis på grund av tåg som går på ett banområde. Att det inte går att komma åt eller det har byggts något som är i vägen. Vid långa projekt kan hyrestiden överstiga kostnaden för att projektet i stället ska köpa stålsponsen.

Fråga 6, 32: Hur sker valet av stålspont?

Typ av stålspont och dimension måste främst uppfylla de geotekniska hållfasthetskraven. Utöver detta måste en planka vara tillräckligt stabil för att klara av att tränga igenom den specifika geologin på platsen i fråga.

Företag som har stålspont på lager har av praktiska skäl inriktat sig på 1–2 dimensioner som oftast är gångbara. Dessa är främst VL603 från tillverkaren Vitkovice samt den likvärdiga stålsporten PU12 från tillverkaren Arcelor Mittal. Grövre dimension som lagerhålls fast i mindre utsträckning är VL604/VL605 eller PU16/PU18. VL och PU i samma dimension är kompatibla med varandra. Företag använder främst dessa lagerhållna stålspont till projekt, även om en tunnare dimension är föreskriven.

Vid projekt där en speciell stålspont är föreskriven och måste användas som inte är lagervara köps stålspont in till enbart det projektet. Företagen vill inte ha några udda sorter på lager och projektet får därav köpa sponten. Om stålspont används som inte är lagervara kan dock konstruktioner optimeras och mindre mängd stål användas till just det projektet.

Fråga 7, 8, 10: Vilka maskiner och metoder används för att driva ner stålspont? Har metoden en påverkan på stålspontens återanvändningsgrad?

Vibrering (vibro) är den vanligaste metoden för att få ner profilerad stålspont i marken, används i 90–100 % av fallen. Movax är den vanligaste, den greppar från sidan av sponten. Modeller av Movax som främst används är SP75V samt SPH80. Movax monteras på grävmaskin. Hitachi 350 är den främsta modellen som används i branschen. Utöver Movax finns det även frihängande vibro, dessa hänger från en mobilkran och greppar plankan ovanifrån. Det finns även gejderstyrda arbetsmaskiner som är utformade för att enbart vibrera ner spontplank. Maskiner som används inom branschen är främst ABI TM-20. Ett av företagen använder främst dessa arbetsmaskiner medan 3 av företagen främst använder movax.

Andra metoder utöver vibrering är tryckning, även kallat silence piling samt slagning. Dessa metoder används sällan i dagsläget. Tryckning är mest skonsam mot sponten, vibro är näst skonsammast och slagning är minst skonsam. Vid vibro beror det dock mycket på maskinistens försiktighet och erfarenhet.

Vid borring av rörspont används en borrhög tillsammans med kompressor för att driva borringen. Kompressorer som används är av olika storlek, bränsleåtgången varierar från 150 till 1000 l diesel / dag. Beror mycket på dimensionen av rör, om stora rör kan även flera kompressorer behövas. 1 företag använder alltid HVO100 till sina entreprenadmaskiner, 2 företag använder bara detta om krav ställs från projekt.

Fråga 9: Vilka möjliga åtgärder finns det för att stålspont ska kunna återanvändas i större utsträckning?

Geotekniker på Trafikverket samt 1 företag förespråkar att spontmaskin som är konstruerad för ändamålet kan höja återanvändningsgraden av en plankan.

Ett företag har funderat över att använda en stålspont av grövre dimension i större utsträckning. Har sett att dessa håller några fler hyresperioder i jämförelse med en tunnare dimension. Finns dock problematik med dyrare inköp och dyrare transporter på grund utav mer stål / m spont.

Fråga 11: Använder ni prefabricerade flera ihopsatta spont?

Inget företag som intervjuats använder sig av detta.

Fråga 15, 16, 26: Återanvänds andra stålprodukter utöver stålspont? Finns det möjligheter till återanvändning av andra stålprodukter? Tar företaget upp rörspont och vilka problem finns för att göra det?

Hammarbandsbalk återanvänds vid alla företag. Dessa behöver inte samma ombesörjning som stålspont. Räcker med att spolas av och kan förvaras på annat ställe än returläggningarna. Hörnlås återanvänds även.

2 företag har provat att dra upp rörspont för att återanvända. Det går ganska bra, vibreras upp. Räknar med att lika många rör dras upp som kan borraras ner på en dag. För glesspont med rör är det möjligt att ta bort svetsade plåtar vart efter om inte igenfyllt. Rör kan återanvändas men kan behöva en ny borrhälskrona. Ett företag som inte brukar göra detta anser dock att det är möjligt vid glesspont men mycket jobb, möjligtvis får det då gå som skrot.

Inget företag har provat dra upp RD-vägg i mark. RD-vägg bör gå rent teoretiskt om börjar från rätt håll då låsen går över borrhälskronan från föregående rör. RD-vägg är den dyraste konstruktionen och allt lämnas kvar i marken.

Fråga 18, 19: Vilka andra anledningar finns det till att stålspont återvinns i stället för att återanvändas? Vilka andra faktorer påverkar återanvändningsgraden?

Vissa företag menar att låsen blir glappa i sponten efter tid och ej kan användas längre. Annat företag menar att det är bara när inte längden är attraktiv längre. Det finns även andra anledningar där hela stålsPonten kan bli skev, exempelvis tapp i backen eller om drivits ner i stenig terräng.

Vanliga skador är annars fläxskador samt från hård drivning mot berg.

Fråga 20: Hur kan miljöpåverkan minskas vid användning eller returflödet av stålspont?

Från anställd på Trafikverket finns det svar om att premiera företag som arbetar aktivt med miljöarbete.

Samstämmiga svar från intervjuobjekten är att optimera konstruktionsberäkningar samt göra mer markundersökningar. Där markundersökningar kan leda till att kunna optimera konstruktioner men även för att slippa transporter av onödigt lång spont. Kan exempelvis välja stålspont exakt vartefter förutsättningarna kräver.

Borråd rörspont ska bara väljas om verkligen behövs. I vissa fall kanske vanlig profilerad stålspont skulle kunna användas i stället.

Planera för att ta upp och återanvända eller återvinna redan innan projektet påbörjats.

Välja entreprenadform så att företaget tjänar ekonomiskt på att slimma konstruktioner.

Ett företag menar på att det överdimensioneras medvetet till Trafikverket för att slippa lägga tid på möten och extra beräkningar.

Ett företag har köpt in elektrisk pålkran som fungerar bra till att slå ner pålar med. Kanske finns liknande för stålspont, om inte nu så i framtiden.

Fråga 21, 22: Påverkar användningen av injekteringsmassa upptag av stålspont? Vilka för och nackdelar med profilerad stålspont respektive rörspont finns det ur ett miljöperspektiv?

Inget intervjuobjekt ser något direkt problem med att dra upp injekterad profilerad stålspont. Kan vara svårt att dra upp rörspont om nedborrad i berg och fastgjuten, dock inte beprövat.

Generellt används borråd rörspont eller RD-vägg där det är blockig jord eller känslig omgivning då metoden ger mindre vibrationer. Borrågg med kompressor tar även mindre plats vid etablering än profilerad stålspont. Rörspont kan också användas om osäker, vet att metoden är robust och kommer att fungera. Blir större hålrum efter rörspont om skulle dras upp.

Profilerad stålspont är billigare och installeras fortare. Dras bara ner mot berg gentemot rörspont som borrar ned i berget.

Fråga 23, 24, 25: Vilka tidsaspekter finns det vid neddrivning och upptag av stålspont?

Under en dag drivs det ner 20–25 krönmeter eller 20–40 plank om dagen. Längden på stålsporten har ingen betydelse.

Under en dag tas det upp 30-40 krönmeter per dag, något snabbare upp än ner.

Under en dag borrar det ner 50–120 m effektiv rörlängd eller 20 st rör.

Ett företag som provat dra upp rörspont skulle räkna med att dra upp lika mycket som fås ner på en dag.

Fråga 27: Finns det några problem ur ett tillgänglighets- och tidsperspektiv vid upptag av stålspont?

Inget företag ser något problem med att dra upp stålspont ur ett tillgänglighets- eller tidsperspektiv.

Fråga 31: Vad är kostnaden för att låta stålspons bli kvar i marken jämfört med att återanvända?

Offertpris på stålspons är ca 14–17 kr/kg. Skrotpriser är 20 % av detta. En etablering kostar 25 000 – 50 000 kr samt 30 000 – 35 000 kr per dag i maskin-, personal- och bränslekostnader.

Det är få tillfällen då det är billigare att låta stålspons sitta kvar än att dra upp.

Fråga 32: Hur transporteras ny stålspons till projekt eller lager?

Transporter sker med både tåg och lastbil. Ofta försäljare som bestämmer. Kan vara möjligt att frakta med tåg längre sträckor inom Sverige.

Fråga 33: Är det möjligt eller används det höghållfast stål till stålspons?

Det finns för lite kunskap inom denna fråga för att utröna några svar. Kan dock vara möjligt.

Fråga 35: Läggs det tillräckligt med resurser på förberedande markundersökningar?

Oftast läggs det inte tillräckligt med resurser på detta. Skulle kunna bidra till att optimera längder och ge slankare konstruktioner. Ingen som räknar på om det kan tjänas in något på det viset. Kan vara upp till entreprenör om inte finns tillräckligt underlag, kan dock lika bra ta detta på ändrings- och tilläggsarbeten. Får på det sättet ändå betalt för oförutsedda kostnader.

Fråga 36–42: På vilka sätt kan miljökrav kan ställas av Trafikverket?

Det är möjligt att ställa krav på metoder, material med mera.

Det är viktigt att kraven är rimliga, får ej bli verkningslösa. För att ta fram ett krav krävs det att visa att det är möjligt samt en övervägning av kostnad mot miljönytta.

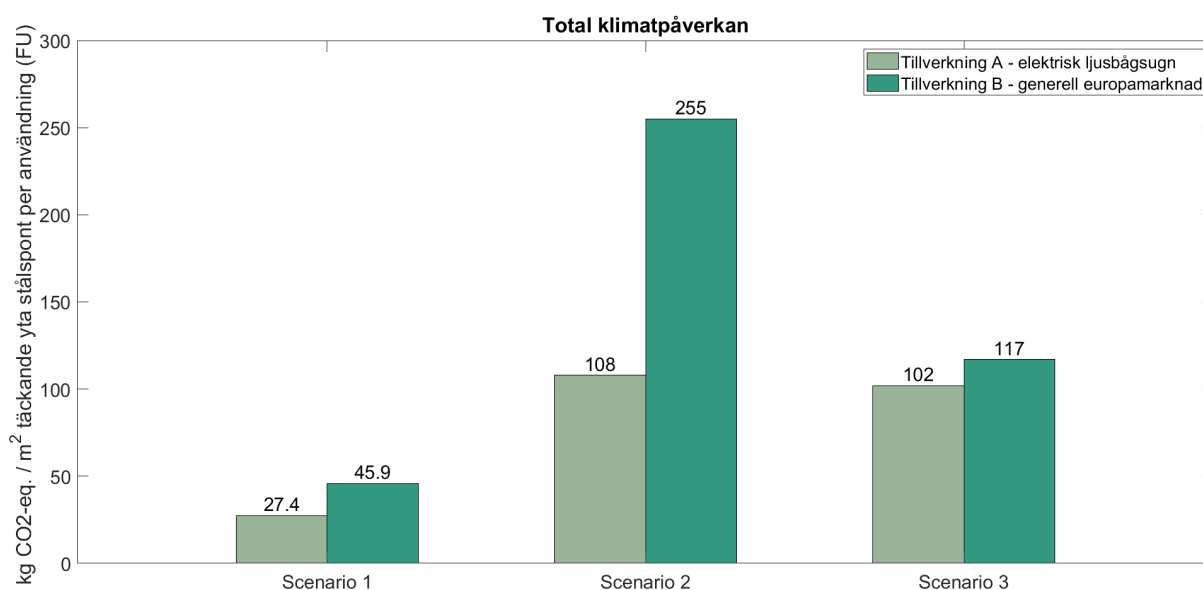
Skulle kunna påverka ända ner till tillverkare, men svårt längre än så. Entreprenör måste kunna redovisa sin leverantörskedja. Kan inkluderas i upphandling att entreprenör ska berätta hur genomföra något och sedan kan det räknas in vid en eventuell vinst av upphandlingen.

Att uppfylla ett en funktion är av högsta prioritet vid valet av ett material eller en metod. Det kan finnas valbara krav i en upphandling, som då premieras, exempelvis återvunnet material.

Det är möjligt att exempelvis ställa krav på att rörspons ska dras upp för att återvinnas. Upp till entreprenör att lösa.

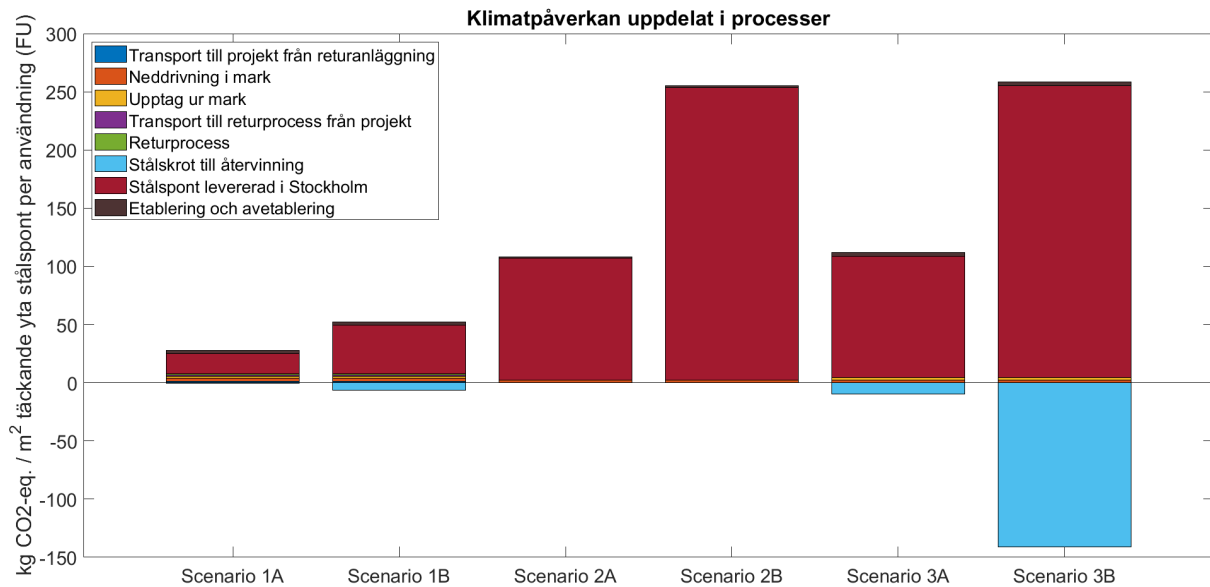
4.2 Klimatpåverkan från LCA-modellering

Den totala klimatpåverkan från scenario 1, 2 och 3 visas i figur 12. Klimatpåverkan från tillverkning B är större än tillverkning A vid alla scenarier. Högst klimatpåverkan har scenario 2 (profilerad stålspons, lämnas i mark efter 1 användning) följt av scenario 3. Klimatpåverkan vid scenario 2 (profilerad stålspons, lämnas i mark efter 1 användning) är 6 % större än vid scenario 3 (profilerad stålspons, återvinns efter 1 användning) när tillverkning A används. När tillverkning B används är klimatpåverkan 2,2 gånger större. Klimatpåverkan vid scenario 2 (profilerad stålspons, lämnas i mark efter 1 användning) är 3,9 gånger större än scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) när tillverkning A används. När tillverkning B används är klimatpåverkan 5,6 gånger större. Samtliga värden för klimatpåverkan kan ses i tabell 5.



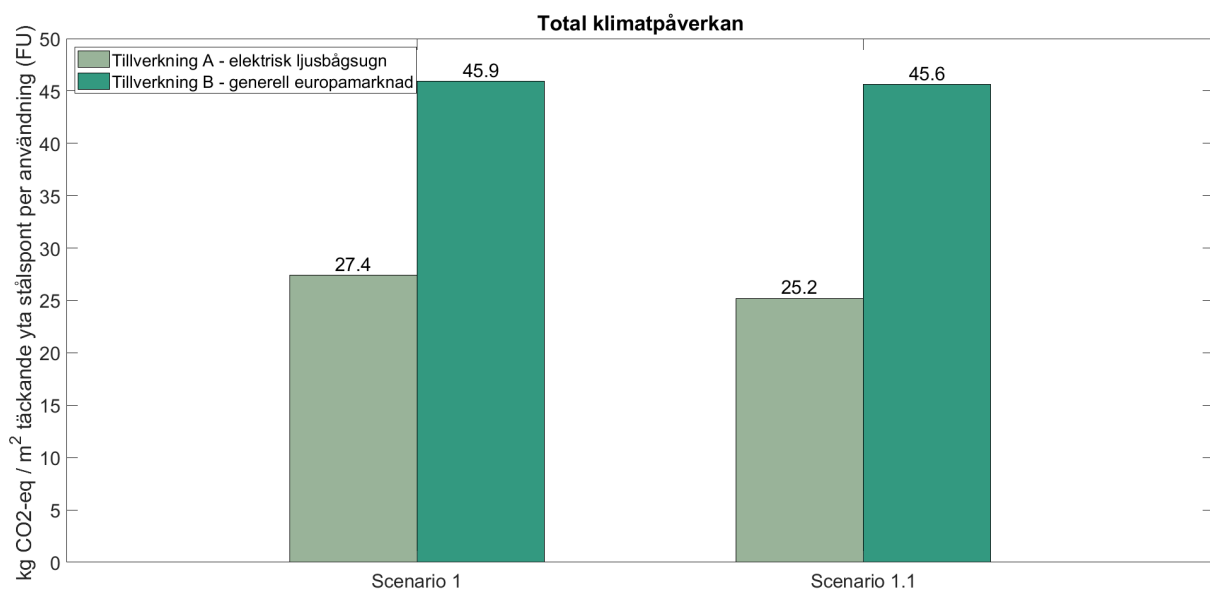
Figur 12: Total klimatpåverkan för scenario 1, 2 och 3. Scenario 1 - profilerad stålspons återanvänds 6 gånger. Scenario 2 - profilerad stålspons kvar i mark efter 1 användning. Scenario 3 - profilerad stålspons återvinns efter 1 användning.

Klimatpåverkan från scenario 1, 2 och 3 uppdelat i olika processer kan ses i figur 13. Störst andel av klimatpåverkan vid samtliga 3 scenarier har *stålspons levererad i Stockholm*. Näst störst andel har *neddrivning*. Lägst andel har *returprocess*. Vid tillverkning B är den negativa klimatpåverkan från stålskrot 15 gånger större än vid tillverkning A om ser till scenario 3.



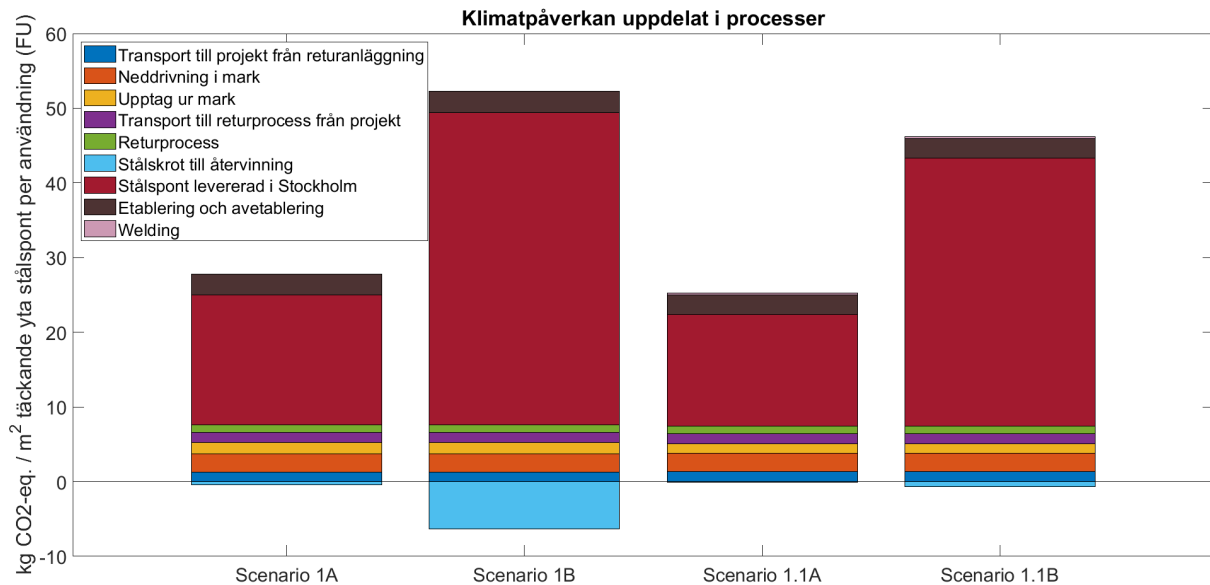
Figur 13: Klimatpåverkan uppdelad i processer för scenario 1, 2 och 3. A innebär ståltillverkning med elektrisk ljusbågsugn. B innebär ståltillverkning enligt den generella europamarknaden. Scenario 1 - profilerad stålspont återanvänds 6 gånger. Scenario 2 - profilerad stålspont kvar i mark efter 1 användning. Scenario 3 - profilerad stålspont återvinns efter 1 användning.

I figur 14 jämförs den totala klimatpåverkan från scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) med 1.1. Vid tillverkning B är skillnaden mindre än 1 %. Vid tillverkning A har scenario 1, 9 % större påverkan än scenario 1.1.



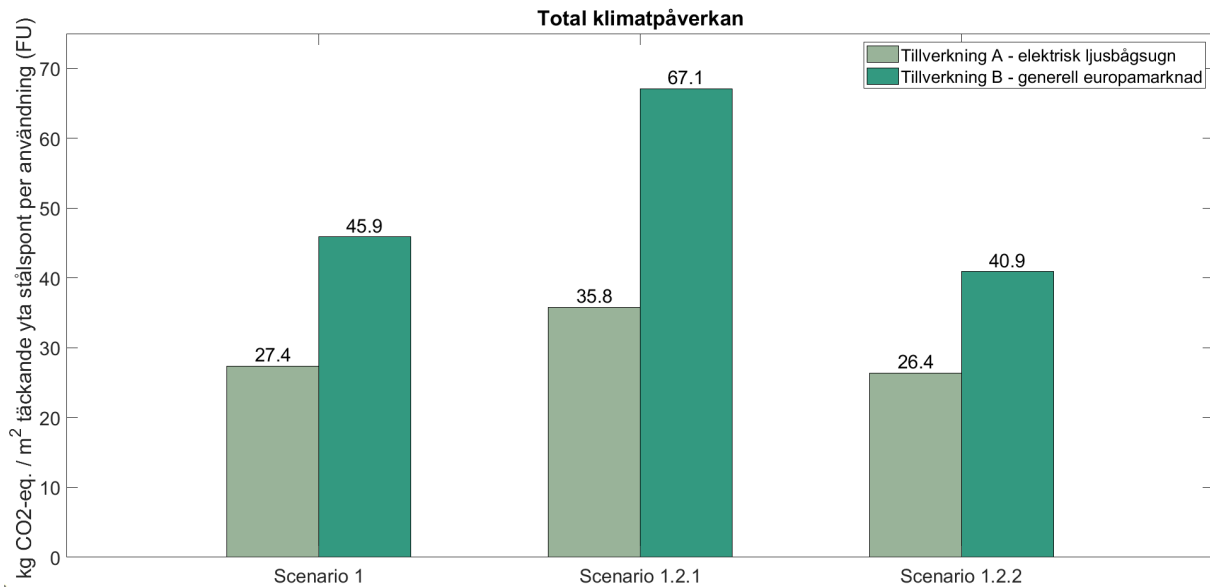
Figur 14: Total klimatpåverkan för scenario 1 och 1.1. Scenario 1 - profilerad stålspont återanvänds 6 gånger. Scenario 1.1 - 3 m obrukbara längder av profilerad stålspont sammansvetsade till en stålspont med längden 12 m. Scenario 1.1 återanvänds en gång efter ihopsvetsning, totalt 7 gånger.

Jämförelse mellan scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) och 1.1 uppdelat i processer kan ses i figur 15. Den negativa klimatpåverkan från *stålskrot* är större vid scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) än 1.1 om man ser till tillverkning B. *Stålspons levererad i Stockholm* har en större andel vid scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) än 1.1 vid tillverkning B.



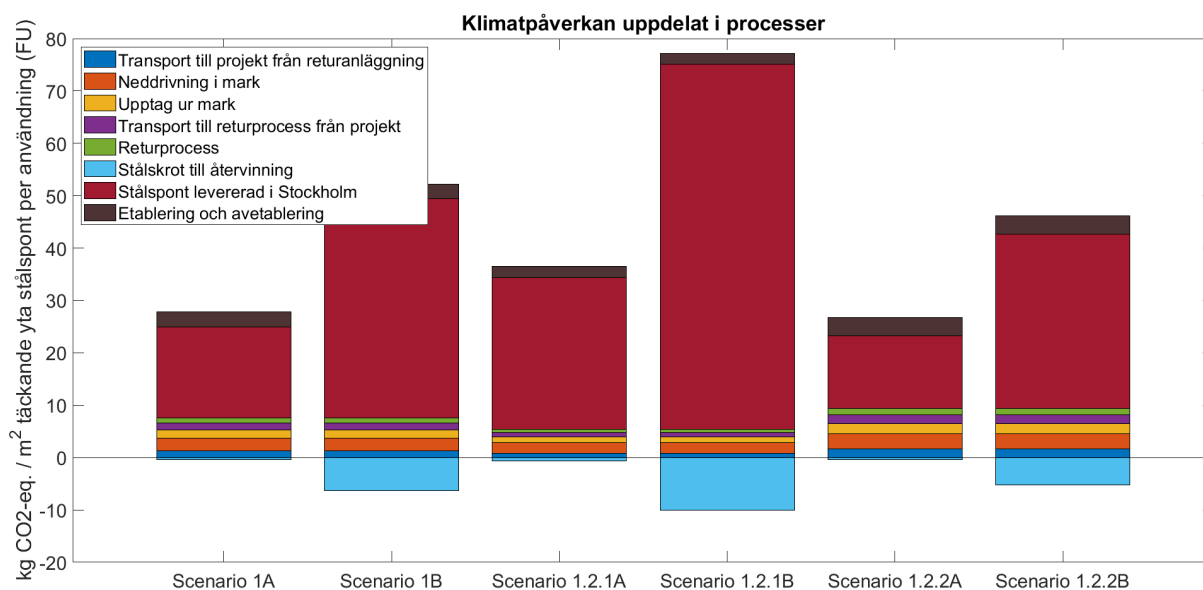
Figur 15: Klimatpåverkan, uppdelat i processer för scenario 1 och 1.1. A innebär ståltillverkning med elektrisk ljusbågsugn. B innebär ståltillverkning enligt den generella europamarknaden. Scenario 1 - profilerad stålspons återanvänds 6 gånger. Scenario 1.1 - 3 m obrukbara längder av profilerad stålspons sammansvetsade till en stålspons med längden 12 m. Scenario 1.1 återanvänds en gång efter ihopsvetsning, totalt 7 gånger.

I figur 16 visas scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) jämfört med scenario 1.2.1 (profilerad stålspons, tunnare godstjocklek) och scenario 1.2.2 (profilerad stålspons, grövre godstjocklek). Sett till tillverkning B har scenario 1.2.1 (profilerad stålspons, tunnare godstjocklek) 46 % större klimatpåverkan och 1.2.2 10 % mindre klimatpåverkan än scenario 1. För tillverkning A är skillnaden 30 % respektive 2 %.



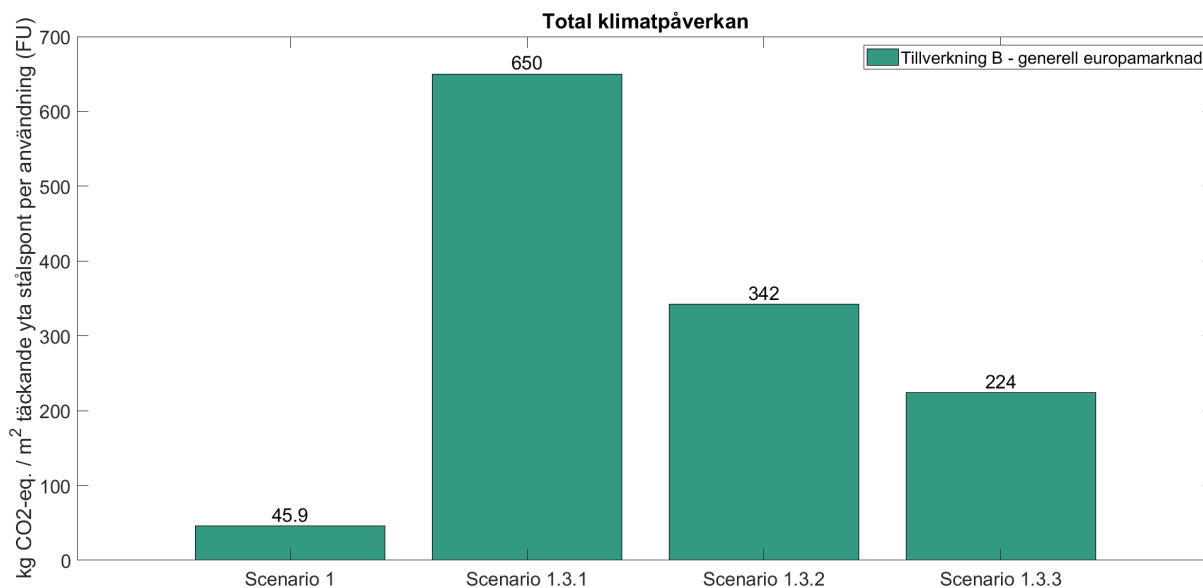
Figur 16: Total klimatpåverkan för scenario 1 och 1.2. Scenario 1 - profilerad stålspons återanvänds 6 gånger. Scenario 1.2.1 - stålspons med 2 mm tunnare godstjocklek än scenario 1. Återanvänds 3 gånger färre än scenario 1, totalt 3 gånger. Scenario 1.2.2 - stålspons med 2 mm grövre godstjocklek än scenario 1. Återanvänds 3 gånger fler än scenario 1, totalt 9 gånger.

Figur 17 visar scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) jämfört med 1.2.1 och 1.2.2 uppdelat i processer. *Stålspons levererad i Stockholm* har störst påverkan och har en större andel av påverkan vid scenario 1.2.1 (profilerad stålspons, tunnare godstjocklek) och tillverkning B än andra scenarier i grafen. Den negativa klimatpåverkan från stålskrot är större för tillverkning B än A i samtliga scenarier.



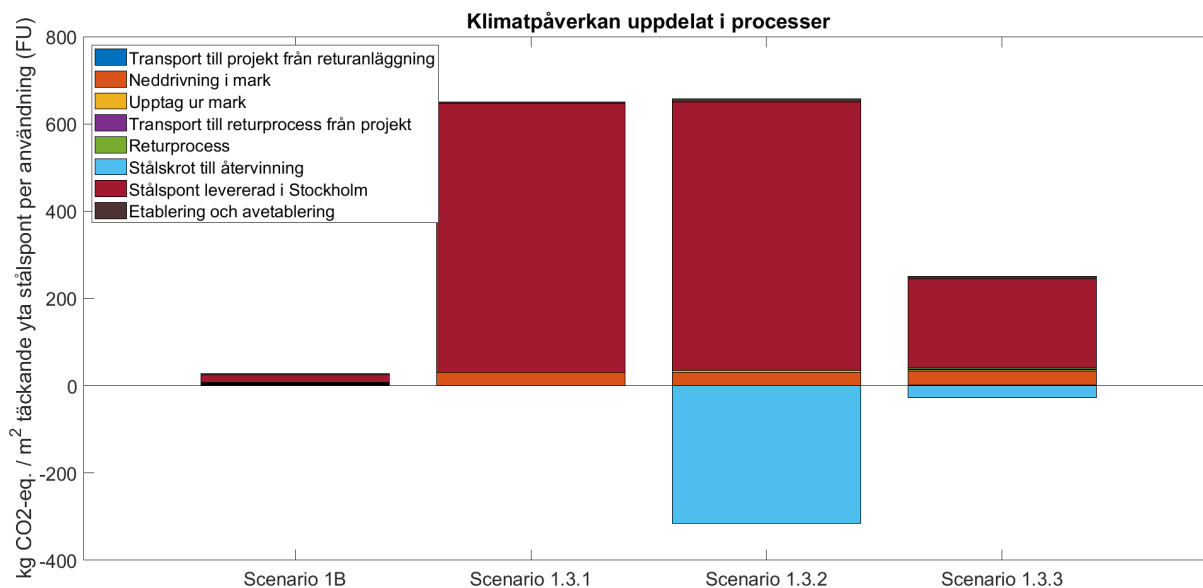
Figur 17: Klimatpåverkan, uppdelat i processer för scenario 1 och 1.2. A innebär ståltillverkning med elektrisk ljusbågsugn. B innebär ståltillverkning enligt den generella europamarknaden. Scenario 1 - profilerad stålspont återanvänds 6 gånger. Scenario 1.2.1 - stålspont med 2 mm tunnare godstjocklek än scenario 1. Återanvänds 3 gånger färre än scenario 1, totalt 3 gånger. Scenario 1.2.2 - stålspont med 2 mm grövre godstjocklek än scenario 1. Återanvänds 3 gånger fler än scenario 1, totalt 9 gånger.

Jämförelse av scenarier med rörspons, scenario 1.3 (rörspons), mot profilerad stålspons i basfallet, scenario 1, ses i figur 18. Scenario 1.3.1 har 14 gånger större klimatpåverkan än scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) med tillverkning B. Rörspons som återvinns, scenario 1.3.2 (rörspons, återvinns efter 1 användning), har 48 % mindre klimatpåverkan än scenario 1.3.1 (rörspons, lämnas i mark efter 1 användning). Rörspons som återanvänds 3 gånger, scenario 1.3.3 (rörspons, 3 användningar), har 65 % mindre klimatpåverkan än scenario 1.3.1 (rörspons, lämnas i mark efter 1 användning).



Figur 18: Total klimatpåverkan för scenario 1 och 1.3. Scenario 1 - profilerad stålspont återanvänds 6 gånger. Scenario 1.3.1 - rörspont blir kvar i marken efter 1 användning. Scenario 1.3.2 - rörspont tas upp och återvinns efter 1 användning. Scenario 1.3.3 - rörspont återanvänds 3 gånger.

I figur 19 ses scenario 1.3 (rörspont) jämfört med scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) uppdelat i processer. Klimatpåverkan från *stålspont levererad i Stockholm* står för 95 % av den totala klimatpåverkan vid scenario 1.3.1. I jämförelse med scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) är klimatpåverkan från samma process 15 gånger större vid scenario 1.3.1. Störst negativ klimatpåverkan från stålskrot ses i scenario 1.3.2, vilket motsvarar 48 % av den positiva klimatpåverkan. *Neddrivning* har näst högst klimatpåverkan av processerna.



Figur 19: Klimatpåverkan, uppdelat i processer för scenario 1 och 1.3. B innebär ståltillverkning enligt den generella europamarknaden. Samtliga scenarier för rörspons innefattar enbart tillverkning B. Scenario 1 - profilerad stålspons återanvänds 6 gånger. Scenario 1.3.1 - rörspons blir kvar i marken efter 1 användning. Scenario 1.3.2 - rörspons tas upp och återvinns efter 1 användning. Scenario 1.3.3 - rörspons återanvänds 3 gånger.

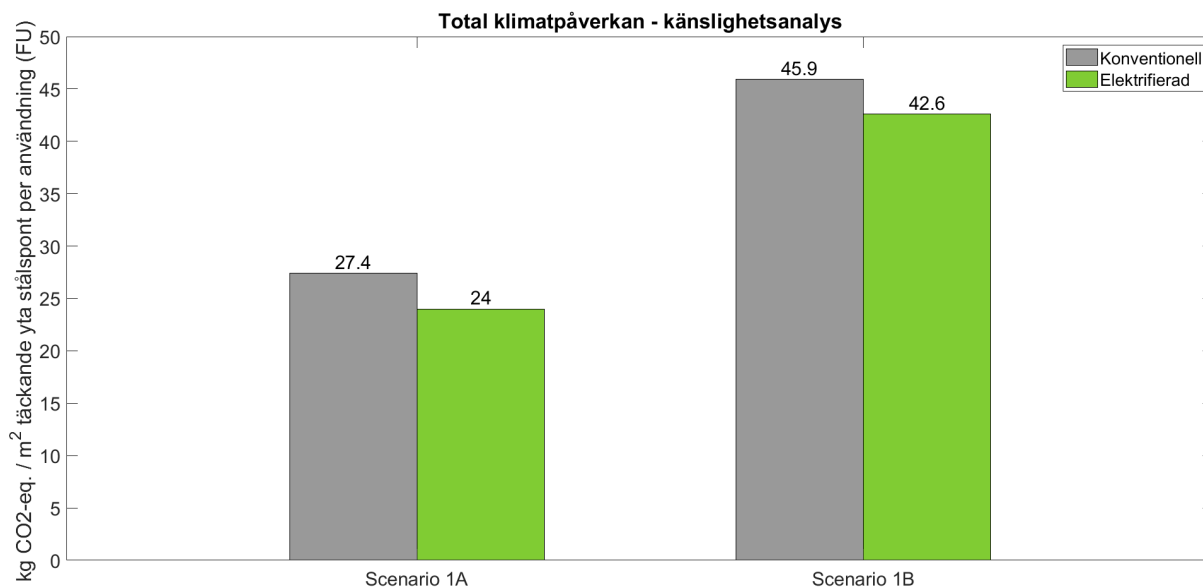
I tabell 5 ses klimatpåverkan i värden för samtliga scenarier. Lägst total klimatpåverkan fås från scenario 1.1 (profilerad stålspons, svetsas ihop) med tillverkning A. Högst klimatpåverkan fås från scenario 1.3.1. Klimatpåverkan är 31 gånger större från scenario 1.3.1 (rörspons, lämnas i mark efter 1 användning) än från scenario 1.1 (profilerad stålspons, svetsas ihop) med tillverkning A.

Tabell 5: Klimatpåverkan för samtliga scenarion. Alla värden i tabellen har enheten [kg CO₂-eq / FU].

Scenario Process	1 A/B	2 A/B	3 A/B	1.1 A/B	1.2.1 A/B	1.2.2 A/B	1.3.1	1.3.2	1.3.3
Total	27,4/ 45,9	108/ 255	102/ 117	25,2/ 45,6	35,8/ 67,1	26,4/ 40,9	650	342	224
Transport av stålspont till projekt	1,30/ 1,30	-/-	-/-	1,34/ 1,34	0,86/ 0,86	1,65/ 1,65	-	-	2,32
Transport av stålspont från projekt	1,30/ 1,30	-/-	-/-	1,34/ 1,34	0,86/ 0,86	1,65/ 1,65	-	-	2,88
Neddrivning	2,44/ 2,44	2,44/ 2,44	2,44/ 2,44	2,44/ 2,44	2,03/ 2,03	2,92/ 2,92	30,9	30,9	30,9
Upptag	1,52/ 1,52	-/-	1,83/ 1,83	1,31/ 1,31	1,01/ 1,01	1,95/ 1,95	-	4,09	2,72
Returprocess	1,01/ 1,01	-/-	-/-	1,03/ 1,03	0,67/ 0,67	1,28/ 1,28	-	-	1,80
Återvunnet stålskrot	-0,43/ -6,35	-/-	-9,54/ -141	-0,04/ -0,65	-0,68/ -10,1	-0,35/ -5,27	-	-315	-27,1
Stålspont i Stockholm	17,4/ 41,9	104/ 251	104/ 251	14,9/ 35,9	28,9/ 69,6	13,8/ 33,3	616	616	205
Etablering och avetablering av arbetsmaskin	2,82/ 2,82	1,54/ 1,54	3,08/ 3,08	2,64/ 2,64	2,13/ 2,13	3,46/ 3,46	3,43	6,87	5,73
Svetsprocess	-/-	-/-	-/-	0,25/ 0,25	-/-	-	-	-	-

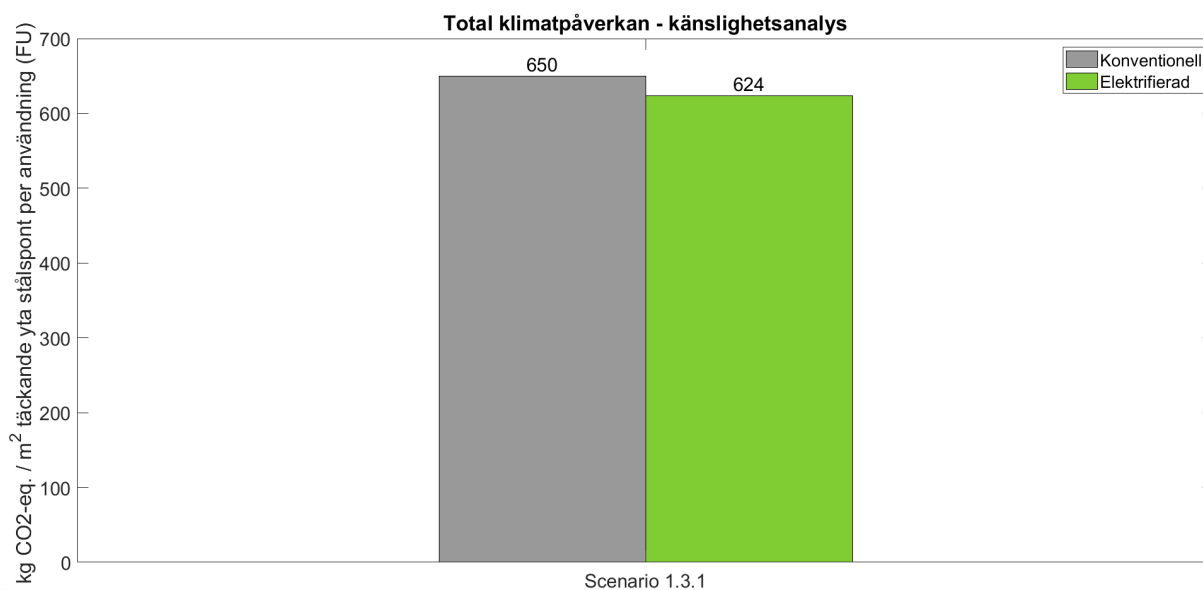
4.2.1 Extra scenario (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag)

I figur 20 visas den totala klimatpåverkan för scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) där arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag har ändrats till elektrifierade processer. I jämförelse mellan konventionell och elektrifierad metod minskar totala klimatpåverkan vid tillverkning A med 12 %. För tillverkning B minskar den totala klimatpåverkan med 7 %.



Figur 20: Elektrifierat scenario 1 - profilerad stålspons återanvänds 6 gånger. Total klimatpåverkan för scenario 1 och scenario 1 med elektrifierad neddrivning och upptag av stålspons.

I figur 21 visas den totala klimatpåverkan för scenario 1.3.1 (rörspont, lämnas i mark efter 1 användning) där neddrivning med arbetsmaskin har ändrats till elektrifierad process. I jämförelse mellan konventionell och elektrifierad metod minskar den totala klimatpåverkan med 4 %.



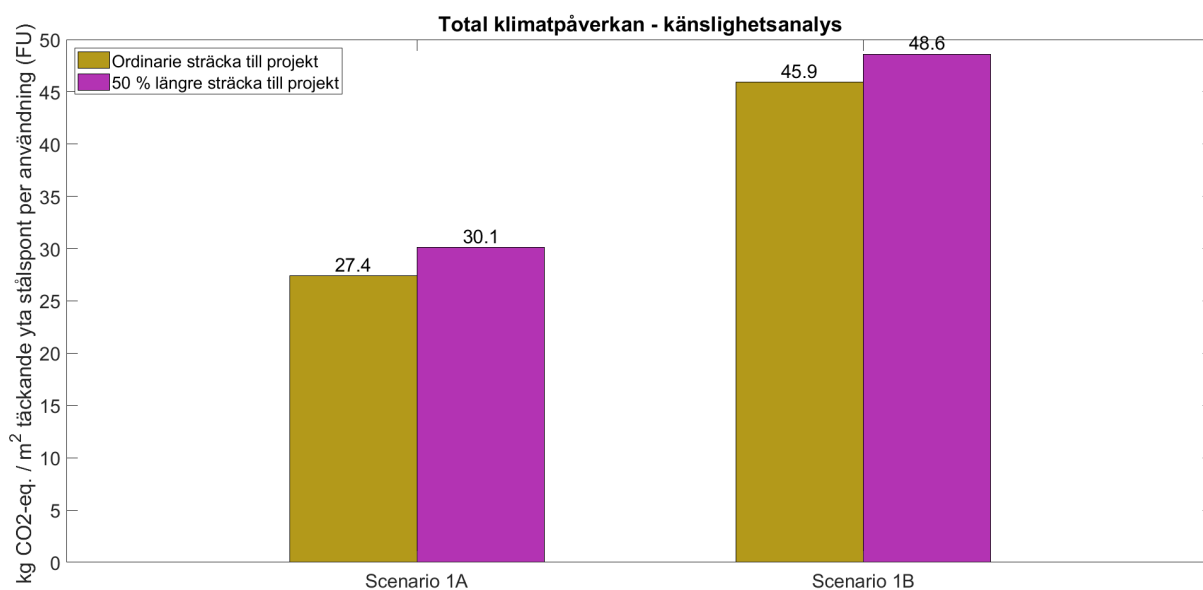
Figur 21: Elektrifierat scenario 1.3.1 - rörspont kvar i mark efter en användning. Total klimatpåverkan för scenario 1.3.1 och scenario 1 med elektrifierad neddrivning av stålspons.

Värdena för extra scenariot (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag) finns sammanfattade i tabell A3.

4.3 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har genomförts där sträckan från returprocess till projekt har ökat med 50 %. Detta är modellerat för scenario 1. Samtliga värden för känslighetsanalysen finns sammanfattade i tabell A3.

I figur 22 visas den totala klimatpåverkan för scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) där sträckan från returprocess till projekt har utökats med 50 %. I jämförelse mellan ordinarie sträcka och den utökade sträckan ökar den totala klimatpåverkan med 10 %. För tillverkning B ökar den totala klimatpåverkan med 6 %.



Figur 22: Känslighetsanalys för scenario 1 - profilerad stålspont återanvänds 6 gånger. Total klimatpåverkan för scenario 1 och scenario 1 med 50 % längre sträcka till projekt från returprocess.

5 Diskussion

5.1 Scenarieanalys

Från figur 12 ses klimatpåverkan för scenario 1, 2 och 3 för profilerad stålspont. Scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) har mindre klimatpåverkan i jämförelse med att låta stålsponten vara kvar i marken eller att ta upp den för att återvinna hela. Detta även fast stålsponten antas vara kvar i marken efter 6 användningar och enbart 27 % återvinns. Grafen visar att återanvändning som den görs i dagsläget är mindre belastande på klimatet än om stålsponten skulle bli kvar i marken eller återvinnas efter enbart 1 användning.

Återanvändning är en viktigare faktor än återvinning för att minska klimatpåverkan vid användning av stålspont. En kombination av dessa skulle dock generera en mindre klimatpåverkan då återvinning ger en stor vinst vid beräkningarna av klimatpåverkan. Speciellt om ursprungsmaterialet är järnmalm.

I figur 13 visas klimatpåverkan för scenario 1, 2 och 3 uppdelat i processer. Den negativa klimatpåverkan vid *stålskrot till återvinning*, som räknas som en undviken börda har en markant större påverkan på resultat vid tillverkning B (masugnsprocess). Detta är för att krediten som ges för denna undvikna börda består till 80 % av att jungfruligt material i form av järnmalm beräknas undvikas på nytt. Klimatpåverkan från järnmalm är 13 gånger större än från användning av stålskrot till ståltillverkning (vid denna modellering med ecoinvent och systemmodell APOS). All *stålskrot till återvinning* har därmed en större negativ klimatpåverkan vid samtliga scenarier om tillverkning B (masugnsprocess) används i jämförelse med tillverkning A (EAF).

Basfallen, scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) och scenario 1.3.1 (rörspont, lämnas i mark efter 1 användning) speglar hur stålspont används i dagsläget. Den stora skillnaden sett från intervjusvaren är att profilerad stålspont i dagsläget återanvänds i stor utsträckning, i genomsnitt 6 användningar. Rörspont i lås lämnas i princip alltid kvar i marken enligt samstämmiga intervjusvar. Detta har fått stor betydelse för resultatet på grund av antalet användningar.

En tillbakablick till tabell 2 visar att det krävs 107 kg profilerad stålspont av typen VL603 gentemot 239 kg rörspont för att täcka upp en yta av 1 m². Ståltillverkning är sett från resultaten den process som dominerar andelen av klimatpåverkan, detta kan ses från samtliga scenarion oavsett tillverkning A (EAF) eller tillverkning B (masugnsprocess). Se figur 13, 15, 17 samt 19 för grafer uppdelat på processbidrag. En stor faktor för den totala klimatpåverkan från ett scenario ligger därmed i antalet kg stål som används till varje process. Ju mindre stål som hamnar i marken och framför allt blir kvar i marken, desto mindre kommer klimatpåverkan generellt att vara. Dock har antalet användningar betydelse, då klimatpåverkan fördelas på antalet användningar. Vikten per area har även en betydelse för transporter av stålspont, vid en tyngre stålspont blir klimatpåverkan större från transporter då inte lika många m² kan transporteras på samma vikt.

5.1.1 Scenario 1.1

Vid scenario 1.1 (profilerad stålspont, svetsas ihop) svetsas obrukbara längder av stålspont om 3 m ihop till en 12 m lång stålspont. Mindre vinster för klimatet kan göras vid ihopsvetsning av 3 m bitar i stället för att återvinna dessa bitar, se figur 14. I jämförelse med scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) är klimatpåverkan under 1 % vid tillverkning A (EAF) respektive 9 % vid tillverkning B (masugnsprocess). Transporter och svetsprocess åter upp mycket av klimatnyttan. Samtidigt som återvinning av stål ger en kredit. För tillverkning B ges en större kredit för stålskrot, därav mindre skillnader vid att svetsa ihop när jämförs med tillverkning A. Vid uppdelningen av processer i figur 15 ses det även att det ges en större kredit för stålskrot vid scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) än 1.1, detta är för att 3 m bitar räknas gå som återvinning i scenario 1 (profilerad stålspont, 6 användningar) men inte vid scenario 1.1. Där används de korta bitarna i stället. Det är möjligt att dessa bitar även skulle kunna tas upp för att återvinnas eller återbrukas i ett annat scenario.

5.1.2 Scenario 1.2 (profilerad stålspons, tunnare/grövre godstjocklek)

I scenario 1.2 (profilerad stålspons, tunnare/grövre godstjocklek) undersöks en 2 mm tunnare profilerad stålspons som används vid 3 sponttillfällen i marken och en 2 mm grövre stålspons som används vid 9 sponttillfällen i marken. Antalet användningar är antaget, grundar sig dock på intervju svar att en något grövre stålspons kan användas "några fler gånger".

I figur 16 presenteras den totala klimatpåverkan från scenariot. I jämförelse med basfallet (scenario 1) genererar en tunnare stålspons med 3 användningar en större klimatpåverkan (30-46 %) och en grövre stålspons med 9 användningar en något mindre klimatpåverkan (2-10 %). Det är en större skillnad vid jämförelsen i klimatpåverkan mellan fallen vid tillverkning B (masugnsprocess).

Om vi ser till grafen med uppdelade processer i figur 17 ser vi att tillverkning har ett större processbidrag vid tillverkning B (masugnsprocess) jämfört med tillverkning A (EAF). Det är rimligt att skillnaderna för den totala klimatpåverkan blir större från scenariot med tillverkning B (masugnsprocess) beroende på fördelningen på antalet användningar. Ett större bidrag från tillverkning blir fördelat till den totala klimatpåverkan. Om ser tillbaka på tabell 2 ser vi att den tunnare stålsponsen har en vikt per täckande area om som är 17 % lättare gentemot basfallet (scenario 1), den grövre stålsponsen 20% är tyngre. Om detta jämförs mot skillnaden i klimatpåverkan för de två fallen, kan slutsatsen dras att antalet användningar har en större inverkan på resultat än antalet kg stål som används för detta fall.

5.1.3 Scenario 1.3

Scenarier benämnda som 1.3 avser rörspons. Den totala klimatpåverkan från dessa scenarier kan ses i figur 18, där de även jämförs direkt mot scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar). Rörspons som lämnas kvar i marken efter en användning (scenario 1.3.1) har 14 gånger större klimatpåverkan gentemot profilerad stålspons som återanvänds 6 gånger. Dessa två scenarier är basfallen, det vill säga på det viset som respektive stålspons används i dagsläget.

Modellering för scenario 1.3.2 (rörspons, återvinns efter 1 användning) är för om rörspons skulle dras upp och återvinnas, detta genererar en klimatpåverkan som är 48 % mindre än om rörspons lämnas kvar i marken. Scenario 1.3.2 (rörspons, återvinns efter 1 användning) har dock en klimatpåverkan som är 7 gånger större än scenario 1. Ytterligare ett delscenario inom 1.3 modellerades, scenario 1.3.3 (rörspons, 3 användningar) som avser rörspons som återanvänds 3 gånger i marken. I grafen för scenario 1.3 (rörspons) uppdelat i processer i figur 19 går det att se att klimatpåverkan från ståltillverkning av rörspons är 15 gånger större för scenario 1.3.1 (rörspons, lämnas i mark efter 1 användning) jämfört med scenario 1. Detta är dels, som tidigare diskuterats att vikten per m² är över dubbelt så tung för rörspons. I tillägg till detta krävs det även fler steg i tillverkningen för rörspons gentemot profilerad spons, som ökar klimatpåverkan vid själva tillverkning. Vid scenario 1 (profilerad stålspons, 6 användningar) är även klimatpåverkan fördelat på 6 användningar och vid scenario 1.3.1 (rörspons, lämnas i mark efter 1 användning) enbart på 1 användning. I grafen med uppdelade processer kan även ses att klimatpåverkan från neddrivning vid rörspons har en större andel jämfört med för profilerad stålspons, detta är för att borrhning av rörspons är en mer energikrävande process än att vibrera ned profilerad stålspons.

Återanvändning av rörsfont i lås är inget som görs idag, det görs i viss utsträckning för rörsfont. Det vore lämpligt att utreda detta vidare. Detsamma gäller för återvinning av rörsfont, intervjusvar visar att det är möjligt att dra upp rörsfont och det borde vara rent teoretiskt möjligt, om än svårt och bökigt samt att det kräver planering. Rörsfont i lås måste dras upp från motsatt håll som den drivits ner för att inte låsen ska haka i varandra. Med tanke på klimatvinsterna att dra upp rörsfont för att återvinna eller återanvända är detta intressant att undersöka framöver. En övervägning om profilerad stålsfont kan användas i stället för rörsfont är även intressant, då klimatpåverkan är avsevärt mycket större för rörsfont. Intervjusvar visar även att det är "mode att borra" i branschen och att det i många fall skulle kunna vara möjligt att använda profilerad stålsfont i stället. Det finns även intervjusvar som säger att rörsfont kan användas om det finns osäkerheter angående vilken metod som kommer fungera, då man vet att metoden är robust. Det är viktigt att göra sig säker på vad som kan fungera innan valet faller på rörsfont. Rörsfont bör inte användas för att man inte vet vad som kommer fungera. Rörsfont i lås är även den dyraste konstruktionen och även ekonomiska incitament kan finnas för att undvika användningen av detta.

5.2 Extra scenario och känslighetsanalys

Ett extra scenario (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag) gjordes för att undersöka hur en framtida elektrifiering av arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag kan påverka klimatpåverkan. Detta scenario modelleras för basfallen, scenario 1 (profilerad stålsfont, 6 användningar) samt scenario 1.3.1 (rörsfont, lämnas i mark efter 1 användning). Dessa resultat kan ses i figur 20 respektive 21. För profilerad stålsfont minskar klimatpåverkan med 7–12 % och för rörsfont med 4 %. Skillnaderna i klimatpåverkan mellan scenarierna beror på att större andel av den totala klimatpåverkan består av neddrivning och upptag för profilerad font, denna återanvänds och förs upp och ner i marken flera gånger. Dock är klimatpåverkan från neddrivning i sig större från rörsfont, det är en mer energikrävande process.

Känslighetsanalys gjordes för är en modifierad sträcka till och från projekt till returprocess. Denna sträcka ökades med 50 % för att simulera ett projekt som inte ligger i centrala Stockholm. De flesta intervjuobjekt verkar över hela Sverige, även om det är i Stockholmsområdet flest arbeten finns. När transporternas sträcka ökar med 50 % ökar klimatpåverkan med 6–10 %. Detta visar att transportavståndet kan vara en betydande faktor för den totala klimatpåverkan om avstånden är långa.

Det största bidraget utöver ståltillverkning är processer med förbränning av fossila bränslen. Antingen genom transporter eller användning av arbetsmaskiner. Detta kan ses i samtliga grafer uppdelat på processer och enklare i tabell 5. Modellerings är gjord för konventionell diesel på en europamarknad.

En elektrifiering eller användning av bibränslen skulle ge resultat med mindre klimatpåverkan. Detta kan tänkas vara aktuellt inom en snar framtid om ser till Trafikverkets styrdokument att minst 50 % av alla arbetsmaskiner ska vara utsläppsfria till 2030. Ett intervjuobjekt har införskaffat en elektrisk pålkran och liknande arbetsmaskiner för stålsfont är troligtvis tillgängliga i framtiden. Användning av bibränslen som HVO100 är idag redan möjligt och det finns i dagsläget även grävmaskiner på marknaden som drivs på el och området expanderar. Vid borrning av rörsfont används dieseldriven kompressor, men det finns även elektriska varianter. Ett intervjuobjekt

nämnde att mindre kompressor har testats, men tyvärr blivit tvungen att använda dieselgenerator till denna i stor utsträckning för att inte elektricitet funnits tillgänglig. Det är möjligt att eldrivna kompressorer kan användas i framtiden, vilket har visat på vinster i klimatpåverkan vid det extra scenariot (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag). Underentreprenörer använder i dagsläget HVO100 framför allt när det finns krav från projekt. Genom att alltid ställa krav på entreprenörer i liknande exempel som dessa utvecklas klimatarbetet i Sverige. Bilden är att en entreprenörer inte har problem med att följa krav, så länge det finns ekonomisk kompensation för utökade utgifter, men att underentreprenören själv tar få initiativ till klimatarbetet.

5.3 Intervjuanalys

Från intervju svar finns det anledningar till att stålspons lämnas kvar i marken, den främsta anledningen är på grund av sättningar eller vibrationer i marken vid upptag. Just denna anledning är svåra att komma ifrån. Dock finns det andra anledningar, som att projektet är litet, långt bort och etableringskostnaden för upptag av stålspons är högre än värdet på spanten. En möjlig kravställan vore att ställa krav på upptag av stålspons, vilket skulle kunna undvika att stålspons lämnas kvar i marken. Andra anledningar är att området inte är tillgängligt, om exempelvis något byggs eller tåg är aktiva på området. Detta skulle kunna undvikas med bättre planering, i samband med kravställan på upptag av stålspons kan detta även planeras in.

De flesta underentreprenörer har uthyrning av profilerad stålspons som affärsmodell. Denna uthyrningsmodell ger upphov till en högre återanvändningsgrad av stålspons. Det finns dock fall där hyreskostnaden överstiger kostnaden för att ett projekt köper spanten, detta kan uppstå vid långa uthyrningstider. Det händer att underentreprenörer köper tillbaka stålsponsen efter detta till ett förmånligt pris, men risken är att stålspons blir kvar i mark om den är köpt i stället för uthyrd. Ett annat fall där stålspons kan lämnas kvar är om en speciell stålspons är föreskriven. Om stålsponsen inte är lagervara, är det inget underentreprenören vill äga och hyra ut. Underentreprenören vill ej heller ha någon stålspons på lager utöver de gångbara modeller som valts ut. Eftersom återanvändning ger mindre klimatpåverkan än om en stålspons av tunnare dimension används, är även valet att optimera konstruktioner med parametern godstjocklek ej lämplig. Om förutsättning för återanvändning finns. Är det för enbart en användning kommer klimatpåverkan vara mindre vid en användning av en tunnare dimension.

Samstämmiga svar från intervjuobjekt anser att fler markundersökningar bör göras. Detta kan göra att klimatpåverkan minskar genom att slippa transporter av onödigt lång stålspons och att optimera konstruktioner. Utförligare markundersökningar skulle även kunna hjälpa till för att överväga möjligheten att använda profilerad rörspons i stället för rörspons.

Med återkoppling till vilka krav som kan ställas, är en förutsättning att funktionen uppfylls i första hand. Om rörspons måste användas för att det är blockig jord eller känslig omgivning, kan det inte krävas att profilerad stålspons ska användas. Det kan dock ställas krav på att rörspons kan dras upp, då kan detta planeras för redan innan projektet startar. Även detta bara om det är möjligt att dra upp utan att skada omgivningen.

Intervjusvaren angående miljökrav som kan ställas är att kraven ska vara rimliga så att det inte blir verkningslösa krav. Marknaden måste vara redo, exempelvis elektrifiering av arbetsmaskiner,

det finns inte i tillräcklig utsträckning på marknaden idag. Från det extra scenariot (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag) ses dock att det kommer generera en mindre klimatpåverkan om en elektrifierad neddrivning och upptag av stålsfont är möjligt. Det bör kunna ställas som krav när det finns tillgängligt i större utsträckning på marknaden för att minska klimatpåverkan.

Krav bör dock undersökas om det är möjligt att ställa redan nu angående tillverkning, som har den största klimatpåverkan i alla scenarion. Det finns alternativ på marknaden med en totalt sett mindre klimatpåverkan där stålsfont används som råmaterial till ståltillverkning i tillverkningsalternativ A (EAF). Det finns även stålsfont på marknaden som är tillverkade med dels EAF men i tillägg till detta även med förnybart producerad elektricitet, som minskar klimatpåverkan med 16 % (Arcelor Mittal 2022). Det kan dock uppstå problem vid en kravställan i detta avseende, då ståltillverkning globalt beräknas vara beroende av stål tillverkat med järnmalm som råmaterial i 80 år framöver. Stål från jungfruligt material är fortfarande essentiellt för att det ska skapas stålsfont efter att en stålprodukt använts på marknaden. Utan stålsfont som skapats en gång från jungfruligt material, finns det inte tillräckligt med stålsfont på marknaden som kan användas till en tillverkningsprocess via EAF. På grund utav detta finns storskaliga planer i Sverige och Europa att tillverka fossilfritt stål genom att frångå masugnprocessen, se vidare under kapitel 5.7.

5.4 Tidigare studier

Studien ”Mistra Carbon Exit” som sammanfattas i avsnitt 2.6 beskriver att återanvändning kommer att vara en betydande del för att uppnå målet om nettonollutsläpp till 2040. Färdplanen förlitar sig på materialeffektivisering ska stå för 30 % av reduceringen av klimatpåverkan genom exempelvis återanvändning för att uppnå målet.

För att uppnå målet visar studien även på att en övergång från masugnprocess till användning av vätgas eller andra alternativ är ett måste. Detta i kombination med användning av EAF med fossilfri elektricitet.

Den här studien visar att den största andelen av klimatpåverkan för stålsfont kommer från tillverkningen. Återanvändning visar att klimatpåverkan kan minska betydligt, vilket även är en stor faktor i ”Mistra Carbon Exit” för att uppnå målet om nettonollutsläpp till 2040. Likväl visar denna studie i linje med ”Mistra Carbon Exit” att en masugnprocess enligt den generella europamarknaden inte är ett långsiktigt alternativ om målen ska uppnås. Både denna studie och ”Mistra Carbon Exit” visar att ståltillverkning genom EAF har betydligt mindre klimatpåverkan än en masugnprocess och är en viktig faktor för nettonollutsläpp i framtiden.

5.5 Felkällor och osäkerheter

Modellering för ståltillverkning bygger på data från ecoinvent. Denna data är dock för generella stålprocesser och innefattar produkter som balk, stålsfont med mera. I ett verkligt fall kan klimatpåverkan för specifikt en stålsfont skilja sig, tillgång till data från ett stålverk vid ett samarbete skulle ge mer exakta värden för klimatpåverkan från tillverkningen. Tillverkningen bygger även på att låglegerat stål används, i praktiken kanske helt olegerat stål kan användas. Vilket skulle minska klimatpåverkan något.

Vid scenario 1.2 där olika antal återanvändningar av stålspons vid grövre respektive tunnare stålspons beror mycket på antagandet om antalet återanvändningar. Antalet användningar är antaget från intervjusvar där en grövre stålspons "kan användas några fler gånger". Resultaten är känsliga beroende på antalet användningar. Resultaten visar nu att 9 användningar ger mindre klimatpåverkan än basfallet för profilerad stålspons. Om antalet användningar skulle sänkas till 8 från 9 användningar vid grövre stålspons skulle resultatet kunna generera en större klimatpåverkan än basfallet för profilerad stålspons. Vid mer tid hade en modellering för flera olika antal användningar varit intressant.

Den mesta indata till modellen bygger på intervjusvar, där det i de flesta fall är medelvärden från flera intervjuobjekt. I viss fall är dock data enbart från ett intervjuobjekt och detta kan skilja sig mellan olika företag. Flera värden är även uppskattade av underentreprenörerna.

Modellen antar ett projekt i Mälardalen. Vid intervjufrågor har detta specificerats vid frågor eller svar där det beror på geologi. Antalet återanvändningar och annat antar en geologi specifik för Mälardalen. Det är troligtvis en annorlunda återanvändningsgrad i andra delar av Sverige, exempelvis i Göteborg där det är lerrika jordar och det enligt intervjuobjekt "bara är att dra upp och ner för att återanvända direkt i princip".

Användning av hjullastare antas att den enbart används till stålspons. Vid returanläggningen har hjullastaren dock även hanterat balk och annat. Detta har dock inte undersökts mer för att fördela användningen, då klimatpåverkan från denna process har varit väldigt liten.

Vissa intervjufrågor kan ha blivit ledande. Där tidigare intervjuobjekt givit ett svar kan denna fråga använt till nästa intervjuobjekt om just det svaret kan vara lämpligt. Detta har dock enbart gjorts för att öppna upp deras sinne och få igång en diskussion. Detta har troligtvis inte påverkat resultatet.

5.6 Framtida studier

Inget scenario har undersökt användningen av glesspons, varken med rör och balkar. Detta bör göras i en framtida studie då intervjusvar visar att det är möjligt att ta upp men att det är mycket jobb.

Scenario med tåg i stället för lastbil vid transport till Sverige eller för långa transporter inom Sverige hade även varit intressant att undersöka. Från intervjuer framgår det att tåg används till viss del vid transporten från ståltillverkare till projekt i Sverige.

En tillverkningsprocess med EAF och svensk elektricitet vore intressant att undersöka. Även om det inte finns något stålverk som tillverkar stålspons i Sverige i dagsläget, är det inte omöjligt att det finns en marknad för det. Det finns flera stålverk i Sverige som använder sig av EAF och tillverkar produkter som liknar stålspons, exempelvis balkar. Det vore intressant att göra en liknande studie tillsammans med en ståltillverkare för att få tillgång till mer precis data och undersöka möjligheterna att tillverka stålspons i Sverige.

5.7 Framtidens stålindustri

Det sker stora förändringar inom stålindustrin för tillfället. En omställning till att tillverka fossilfritt stål är på gång. På flera europeiska ståltillverkares hemsidor möts besökaren av planer om en fossilfri ståltillverkning till 2030–2050. Det skyltas även gärna med hur mycket pengar som läggs på denna omställning (Arcelor Mittal 2023; SSAB 2023a; Tata Steel n.d.).

Sverige ligger i framkant inom denna omställning. SSAB tillsammans med LKAB och Vattenfall har utvecklat fossilfritt stål genom HYBRIT-tekniken. Denna teknik ska ersätta dagens masugnprocess, jungfruligt stål ska kunna produceras fossilfritt. I stora drag används fossilfritt producerad vätgas i stället för kol till att reducera järnet, restprodukten är vatten i stället för koldioxid. Järnsvamp produceras som kan smältas ner i en elektrisk ljusbågsugn. SSAB bygger om sina stålverk med masugnar i Sverige till stålverk med elektriska ljusbågsugnar i stället. All elektricitet och energi som krävs till ståltillverkningsprocessen är fossilfri (SSAB 2023b).

Inom en relativt snar framtid finns fossilfritt jungfruligt stål på marknaden. När det finns tillgängligt bör det givetvis användas till samtliga stålprodukter. Trafikverket använder sig av. Om stålet kan räknas som helt fossilfritt kan processen för tillverkning av stålspond räknas bort från den totala klimatpåverkan. Denna process bidrar med upp till 95 % av den totala klimatpåverkan i studien och det skulle bidra till betydande vinster för klimatet om dess klimatpåverkan skulle reduceras till ett minimum. Detta bör dock ske i kombination med användning av fossilfritt stål tillverkat av stålskrot. Återvinning bör fortfarande vara i fokus för en mindre energianvändning och ett mindre uttag av råmaterial från jorden.

6 Slutsats

Klimatpåverkan från användning av profilerad stålspons i basfallet är i dagsläget 27,4 kg CO₂-eq. / FU för tillverkning genom elektrisk ljusbågsugn och 45,9 CO₂-eq. / FU för tillverkning genom en generell europamarknad. Klimatpåverkan från användning av rörspont i basfallet är i dagsläget 650 CO₂-eq. / FU genom tillverkning genom en generell europamarknad.

Åtgärder som kan minska klimatpåverkan är ihopsvetsning av obrukbara längder och användning av en grövre stålspons som ökar återanvändningsgraden. Klimatpåverkan vid dessa scenarion är 25,2–45,6 CO₂-eq. / FU respektive 26,4–40,9 CO₂-eq. / FU. En ytterligare åtgärd är att använda profilerad stålspons i större utsträckning i stället för rörspont.

Klimatpåverkan kan minska med 1–9 % om en ihopsvetsning av obrukbara längder sker. Klimatpåverkan kan minska med 2–10 % om en användning av en grövre stålspons sker. Klimatpåverkan kan minska med 86–96 % om profilerad stålspons i basfallet kan användas i stället för rörspont i basfallet.

Återanvändning av stålspons ger generellt mindre klimatpåverkan än återvinning. Vidare minskar klimatpåverkan betydligt om stålspons tas upp för återvinning i stället för att bli kvar i marken. Tillverkningsmetod för stålspons har störst betydelse för klimatpåverkan. Val av material från en tillverkning med elektrisk ljusbågsugn och stålskrot ger stora vinster för klimatet.

Förbränning av fossila bränslen av arbetsmaskiner och transporter har näst störst betydelse för klimatpåverkan vid användning av stålspons. Användning av elektriska arbetsmaskiner ger betydande vinster för klimatet i framtiden.

Åtgärder som Trafikverket bör överväga som incitament för att reducera klimatpåverkan i framtiden är:

- Ställ krav på upptag av samtlig stålspons där det är möjligt. I första hand för återanvändning och i andra hand återvinning.
- Använd profilerad stålspons i så stor utsträckning som det är möjligt. Vid val av rörspont bör det noga övervägas om det behövs och utredas mer.
- Möjlighet att dra upp rörspont i lås samt återanvändning av rörspont bör utredas och provas för att kraftigt minska klimatpåverkan vid användning av rörspont.
- Använd stålspons tillverkad av stålskrot genom elektrisk ljusbågsugn.
- Överväg att premiera åtgärder som ihopsvetsning samt användning av grövre stålspons för att öka återanvändningsgraden.
- Det är viktigt att använda sig av företag som har en uthyrningsmodell och inte använda sig av en modell där stålspons köps in specifikt till ett projekt. Det är även viktigt att diskutera om en specifik stålspons är föreskriven, om det i stället är möjligt att använda en lagervara.
- Ställ krav på elektriska arbetsmaskiner så snart marknaden är mogen.

Referenser

- Arcelor Mittal (2022). *EcoSheetPile™ Plus*. en-US. Tillgänglig: <https://sheetpiling.arcelormittal.com/sustainability/sustainable-steel-ecosheetpileplus/> [2023-03-28].
- Arcelor Mittal (jan. 2023). *ArcelorMittal invests \$36 million in steel decarbonisation disruptor Boston Metal | ArcelorMittal*. en. Tillgänglig: <https://corporate.arcelormittal.com/media/press-releases/arcelormittal-invests-36-million-in-steel-decarbonisation-disruptor-boston-metal/> [2023-04-24].
- Arcelor Mittal (n.d.). *PU 12*. en-US. Tillgänglig: <https://sheetpiling.arcelormittal.com/products/pu-12-3/> [2023-03-14].
- Blomkvist, P. (2014). *Metod för teknologer: examensarbete enligt 4-fasmodellen*. swe. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- ecoinvent (sept. 2020). *System Models - ecoinvent*. en-US. Tillgänglig: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/system-models/> [2023-03-13].
- European Commission (2010). *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook :general guide for life cycle assessment : detailed guidance*. en. LU: Publications Office. Tillgänglig: <https://data.europa.eu/doi/10.2788/38479> [2023-03-10].
- Fossilfritt Sverige (2018). *Bygg- och anläggningssektorn*. sv-SE. Tillgänglig: <https://fossilfritt Sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/> [2023-02-02].
- Fossilfritt Sverige (2018). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft: Stålindustrin*. sv-SE. Tillgänglig: https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_stalindustrin.pdf [2023-03-22].
- Fredriksson, A. (2018). *Sponthandboken 2018*. swe. Pålkommisionens rapport ; 17. Publication Title: Sponthandboken 2018. Stockholm: Pålkommisionen.
- Hercules (2023). *Profilerad spont*. sv-SE. Tillgänglig: <https://hercules.se/grundlaggning/stodkonstruktioner/profilerad-spont/> [2023-03-09].
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Tekn. rapport Sixth assesment. Tillgänglig: <https://ipcc.ch/static/ar6/wg1> [2023-04-05].
- Jernkontoret (2000). *Stålets kretslopp*. Tekn. rapport d792. Tillgänglig: <https://www.jernkontoret.se/globalassets/publicerat/forskning/d-rapporter/d792.pdf> [2023-03-22].
- Jernkontoret (2019a). *Processer i stålindustrin*. sv. Tillgänglig: <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/processer/> [2023-03-22].
- Jernkontoret (2019b). *Återvinning av järn och stål*. sv. Tillgänglig: <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/atervinning-av-jarn-och-stal/> [2023-03-22].
- Jernkontoret (2021). *Råvaror*. sv. Tillgänglig: <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/ravaror/> [2023-04-26].
- Jungbluth, N. & Meili, C. (okt. 2018). *Life cycle inventories of oil products distribution*. DOI: 10.13140/RG.2.2.25545.60009.
- Karlsson, I., Toktarova, A., Rootzén, J. & Odenberger, M. (2020). *TECHNICAL ROADMAP BUILDINGS AND TRANSPORT INFRASTRUCTURE*. en. Tekn. rapport. Tillgänglig: <https://www.mistracarbonexit.com/news/2020/5/19/technical-roadmap-buildings-and-transport-infrastructure> [2023-06-04].
- Klöpffer, W. & Grahl, B. (2014). *Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice*. Weinheim, GERMANY: John Wiley & Sons, Incorporated. Tillgänglig: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uu/detail.action?docID=1658826> [2023-03-10].
- Kärcher (n.d.). *HDS 10/20-4 M | Kärcher*. sv. Tillgänglig: <https://www.kaercher.com/se/professional/hoeetryckstvaettar/hetvattentvaettar/mellanklassen/hds-10-20-4-m-10719000.html> [2023-03-14].
- PRé (2023). *SimaPro | LCA software for informed-change makers*. en-US. Tillgänglig: <https://simapro.com/> [2023-03-13].
- Prussi, M., Yugo, M., De, P. L., Padella, M. & Edwards, R. (sept. 2020). *JEC Well-To-Wheels report v5*. en. Tekn. rapport. ISBN: 9789276201090 ISSN: 1831-9424. DOI: 10.2760/100379. Tillgänglig: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121213> [2023-03-16].
- Pålab (n.d.). *Pålab*. Tillgänglig: <https://www.palab.eu> [2023-03-10].
- Skandia steel (2022). *Ringset - Lagerhållning och svetsning av ringset*. Tillgänglig: https://scandiasteel.se/downloads/SCANDIASTEEL_RINGSET_KATALOG_22.03.28_WEB.pdf [2023-03-10].
- SSAB (2016). *Design and installation manual RD-wall*. Tillgänglig: <https://ssabwebsitecdn.azureedge.net/-/media/files/en/infra/ssab-rr-and-rd-piles---design-and-installation-manual.pdf> [2023-03-27].
- SSAB (2023a). *SSAB – en starkare, lättare och mer hållbar värld*. sv-se. Tillgänglig: <https://www.ssab.com/sv-se> [2023-04-24].

- SSAB (2023b). *HYBRIT. En revolution inom ståltillverkning*. sv-se. Tillgänglig: https://www.ssab.com/sv-se/fossilfri/hybrid-a-new-revolutionary-steel-making-technology?gclid=CjwKCAjwrpOiBhBVEiwA_473dHX5u15ivENKiJ0_wRC_HJ7Q99i4UZ5iydMAcOZGdyd_C0JXCu8QThoCWWEQAvD_BwE [2023-04-24].
- Statens geotekniska institut (2019). *Stödkonstruktioner*. Tillgänglig: <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/grundlaggning-och-forstarkning/stodkonstruktioner/> [2023-03-09].
- Tata Steel (n.d.). *Zeremis*. en. Tillgänglig: <https://www.tatasteeleurope.com/sustainability/green-steel-solutions/zeremis> [2023-04-24].
- Trafikverket (2022a). *Klimat i infrastrukturprojekt*. sv. text. Last Modified: 2022-06-30 10:27:08 Publisher: trafikverket@trafikverket.se. Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/minskad-klimatpaverkan/klimat-i-infrastrukturprojekt/> [2023-01-18].
- Trafikverket (2022b). *TDOK 20151:0480 Klimatkrav i planläggning byggskede underhåll och på tekniskt godkänt järnvägsmaterial*. Tillgänglig: <https://trvdokument.trafikverket.se/Versioner.aspx?spid=5481&dokumentId=TDOK%202015%3a0480> [2023-03-21].
- Trafikverket (2023a). *Vår verksamhet, vision och uppdrag*. sv. text. Last Modified: 2023-01-16 16:32:40 Publisher: trafikverket@trafikverket.se. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet-vision-och-uppdrag/> [2023-01-18].
- Trafikverket (2023b). *Svenska bygg- och anläggningsmarknaden*. sv. text. Last Modified: 2023-02-27 13:04:06 Publisher: trafikverket@trafikverket.se. Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/upphandling/leverantorsmarknadsanalys/svenska-bygg--och-anlaggningsmarknaden/> [2023-03-21].
- Upphandlingsmyndigheten (n.d.). *Grund för utvärdering*. sv. Tillgänglig: <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/inkopsprocessen/genomfor-upphandlingen/grund-for-utvardering/> [2023-03-21].
- Vitkovic steel (2021). *LEED document - Recycled steel (scrap) content in VITKOVICE STEEL, a.s. products*. Tillgänglig: http://www.vitkovicsteel.com/data/soubory/certifikaty/prohlaseni/2021/manufacturere_recycled_2021.pdf [2023-03-28].
- Vitkovic steel (2022). *Sheet Piles Product Catalogue*. Tillgänglig: http://www.vitkovicsteel.com/data/soubory/stetovnice/2022/sheet_piles_catalog_2022_web.pdf [2022-03-14].
- Worldsteel (2021). *Climate change and the production of iron and steel*. Tekn. rapport. Tillgänglig: <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Climate-change-production-of-iron-and-steel-2021.pdf> [2023-02-02].

A Appendix

A.1 LCI-data rörspont

Tabell A1: LCI-data per kg använd stålspons, scenario 1.3.2 med 100 % återvinning, rörspont, tillverkning B.

	Mängd	Enhet	Referens	Dataset ¹
Stålspons				
Ståltillverkning	1	kg	–	15
Varmvalsning	1	kg	–	2
Bearbetning till rör	1	kg	–	16
Transport till Stockholm med lastbil	1,85	tonkm	Google Maps	3
Deltransport till Stockholm med färja	6,66E-2	tonkm	Google Maps	14
Svetsning med gas	3,38E-3	m	Bilaga A.5	5
Arbete				
Nedförande, borrhning med kompressor	2	MJ	Bilaga A.5	11
Upptag med Movax	2,64E-1	MJ	Bilaga A.5	11
Etablering	1,67E-1	tonkm	Google Maps	3
Avetablering	1,67E-1	tonkm	Google Maps	3
Undvikna bördor				
Stålskrot	-0,2	kg	–	12
Järnmalm	-0,8	kg	–	17
Transport till återvinning	2,25E-1	tonkm	Google Maps	13

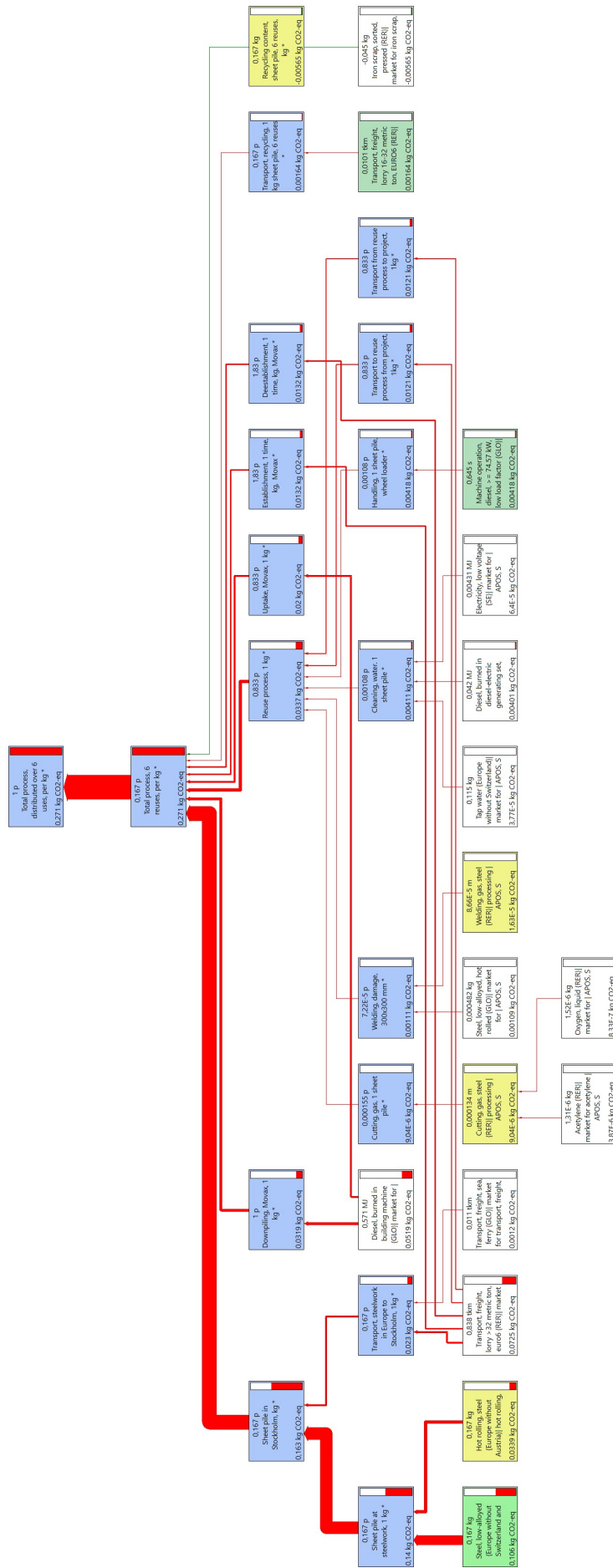
¹ Datasetets namn finns i bilaga A2.

A.2 Ecoinvent dataset

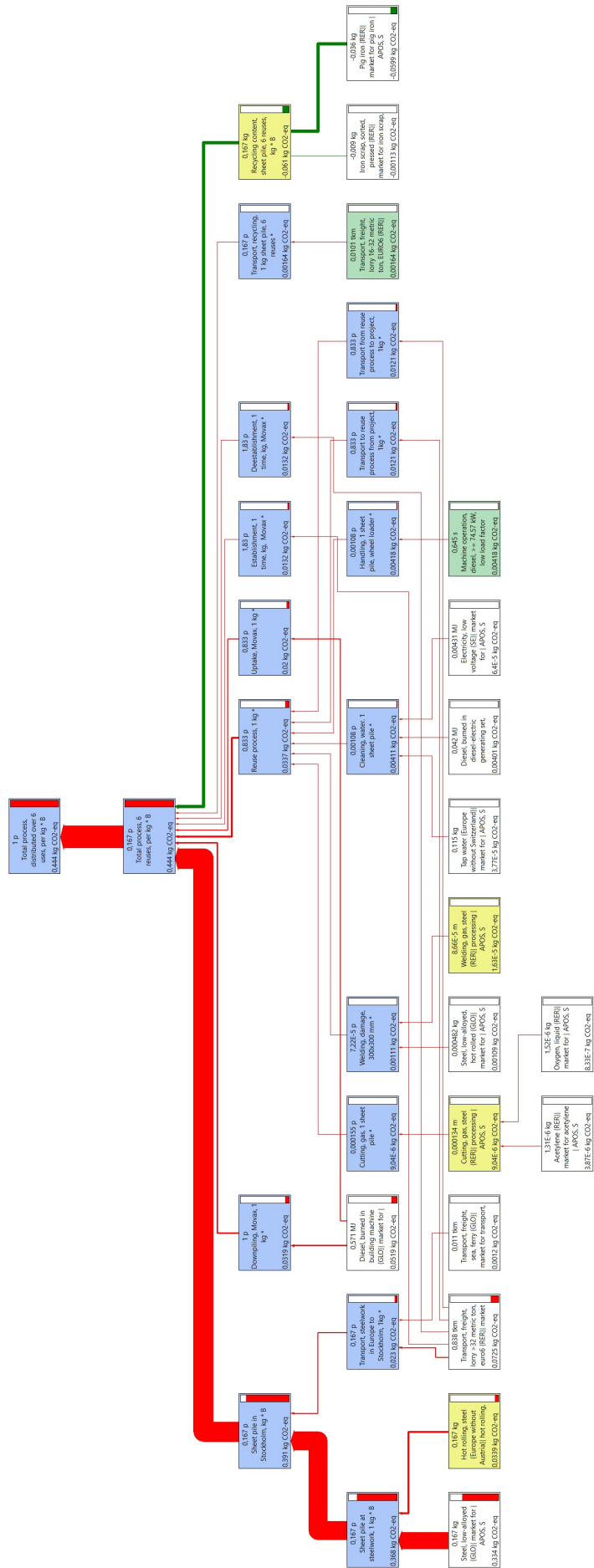
Tabell A2: Ecoinvent dataset

Nummer	Dataset
1	Steel, low-alloyed Europe without Switzerland and Austria steel production, electric, low-alloyed APOS, S
2	Hot rolling, steel Europe without Austria hot rolling, steel APOS, S
3	Transport, freight, lorry >32 metric ton, euro6 RER market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 APOS, S
4	Cutting, gas, steel RER processing APOS, S
5	Welding, gas, steel RER processing APOS, S
6	Steel, low-alloyed, hot rolled GLO market for APOS, S
7	Tap water Europe without Switzerland market for APOS, S
8	Diesel, burned in diesel-electric generating set, 18.5kW GLO market for APOS, S
9	Electricity, low voltage SE market for APOS, S
10	Machine operation, diesel, >= 74.57 kW, low load factor GLO machine operation, diesel, >= 74.57 kW, low load factor APOS, S
11	Diesel, burned in building machine GLO market for APOS, S
12	Iron scrap, sorted, pressed RER market for iron scrap, sorted, pressed APOS, S
13	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 RER transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 APOS, S
14	Transport, freight, sea, ferry GLO market for transport, freight, sea, ferry APOS, S
15	Steel, low-alloyed GLO market for APOS, S
16	Energy and auxilliary inputs, metal working factory RER market for energy and auxilliary inputs, metal working factory APOS, S
17	Pig iron RER market for pig iron APOS, S

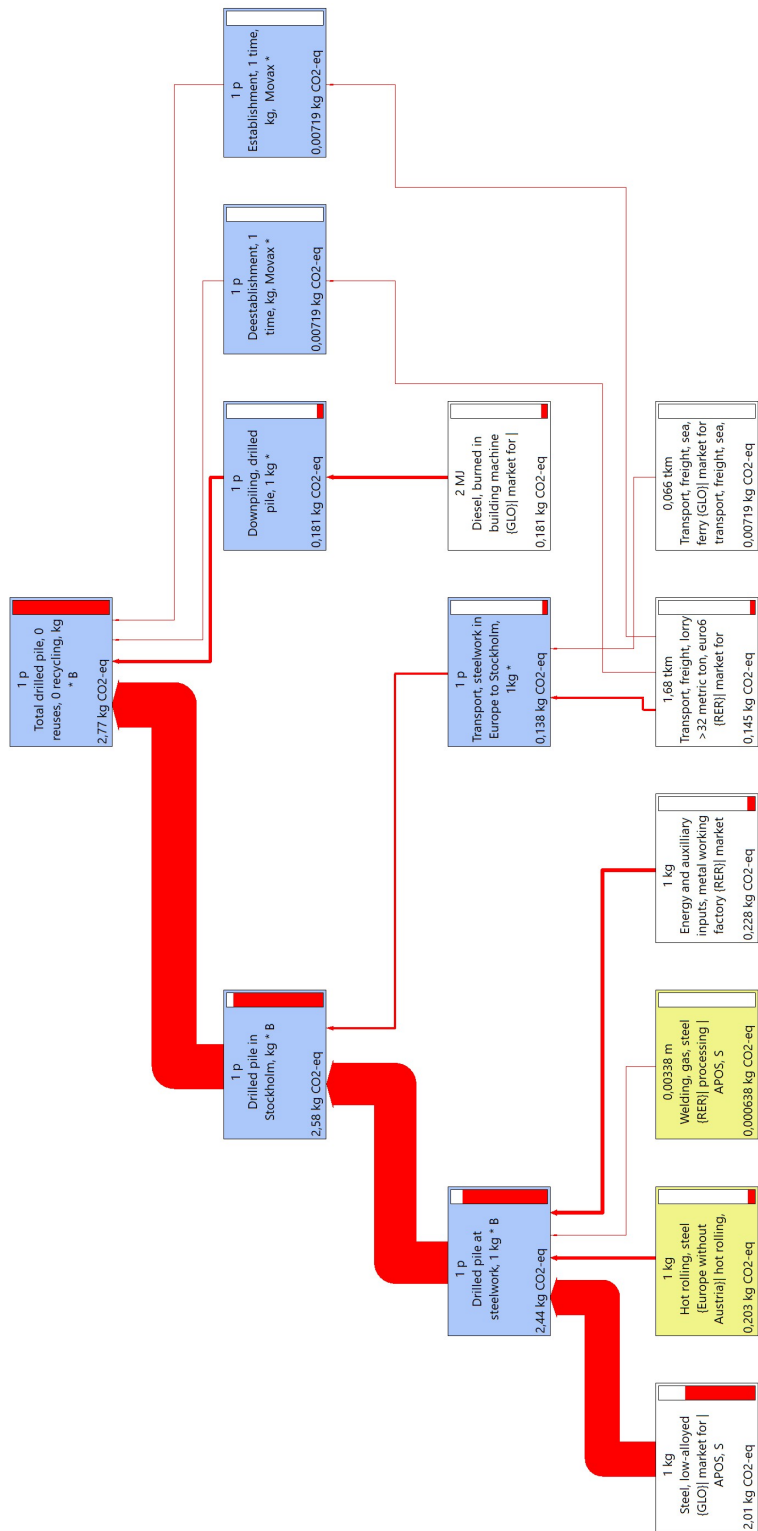
A.3 Processflöden från LCA-modellering



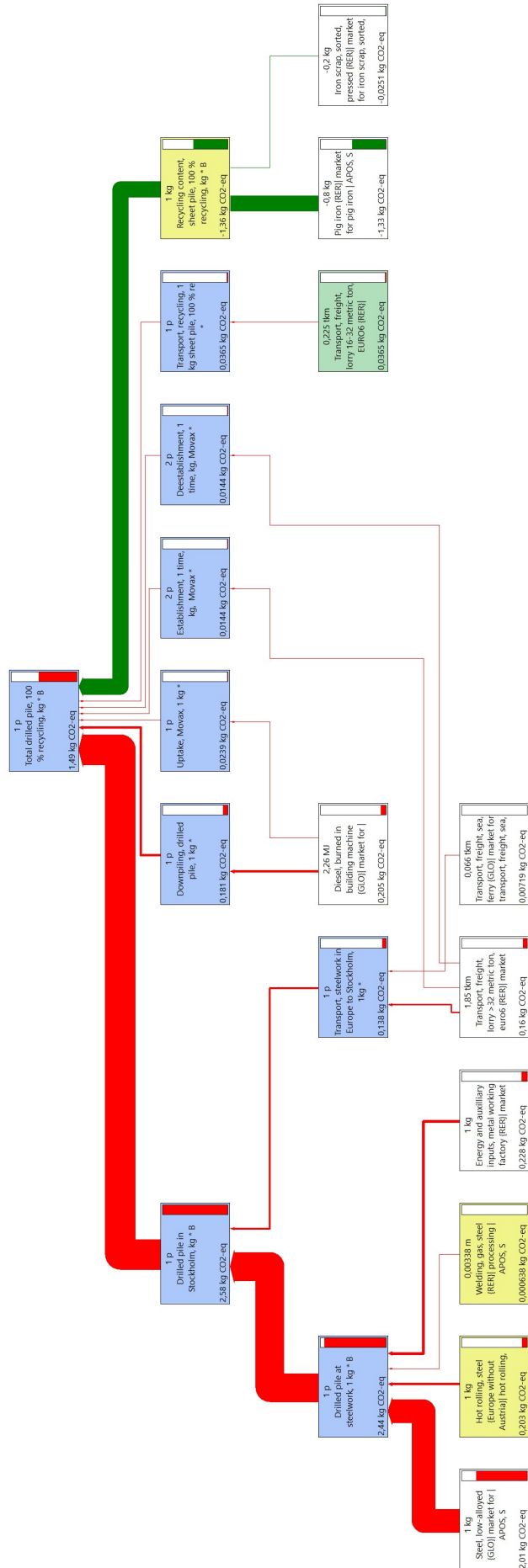
Figur A1: Detaljerat processflöde för scenario 1A.



Figur A2: Detaljerat processflöde för scenario 1B.



Figur A3: Detaljerat processflöde för scenario 1.3.1.



Figur A4: Detaljerat processflöde för scenario 1.3.2.

A.4 Känslighetsanalys

Tabell A3: Klimatpåverkan för känslighetsanalys och extra scenario (elektrifierade arbetsmaskiner vid neddrivning och upptag). Alla värden i tabellen har enheten [kg CO₂-eq / FU]. Övriga värden för processer som inte redovisas i tabellen är samma som för ordinarie process.

	1A, konventionell	1A, elektrifierad	1B, konventionell	1B, elektrifierad	1.3.1, konventionell	1.3.1, elektrifierad	1A, ordinarie sträckka	1A, 50 % längre sträckka	1B, ordinarie sträckka	1B, 50 % längre sträckka
Total	28,9	24,3	47,5	42,8	820	776	28,9	31,7	47,5	50,2
Neddrivning	3,42	0,56	3,42	0,56	53,7	8,8	3,42	3,42	3,42	3,42
Upptag	2,14	0,35	2,14	0,35	–	–	2,14	2,14	2,14	2,14
Transport till projekt	1,30	1,30	1,30	1,30	–	–	1,30	1,95	1,30	1,95
Transport från projekt	2,14	2,14	2,14	2,14	–	–	1,30	1,95	1,30	1,95
Etablering och avetablering	2,82	2,82	2,82	2,82	4,26	4,26	2,82	4,23	2,82	4,23

A.5 Intervjusummering

	Färgkod	Anställd eller konsult vid Trafikverket	Entreprenör eller konsult
Nr	Fråga		
		Intervjuobjekt A, geotekniker	Intervjuobjekt B, företag 1, geotekniker/konstruktör
1	Beskrivning av intervjuobjekt	Geotekniker på Trafikverket stora projekt. Tidigare erfarenhet som konsult samt hos entreprenör. Över 20 års yrkeserfarenhet i branschen. Studerat KTH.	Arbetat hos 2 olika entreprenörer. Allmän geotekniker och konstruktör. Chef över teknikavdelning. Alla storlekar av projekt. Tunnelbana och Trafikverket bl.a.
2	Beskrivning av kunskap kring användning och återanvändning av stålspont		Temporär u-spont dras alltid upp hos företaget.
4	Anledningar till att spont lämnas kvar i mark	Känslig omgivning, vibrationer vid upptag med vibro. Krokig botten svår att få upp efter hård drivning. Bristfällig erfarenhet och försiktighet vid upptag av entreprenör. Spont vill tas upp till varje pris.	Rörelser och vibrationer av omgivning främsta anledning. Rörspont med mellanväggar dras aldrig upp. RD-vägg lämnas alltid kvar. Rörspont borrade i berg går inte att ta upp alls, inte "värt" att böka. Kapar 1.20 under marknivå. U-spont kan dras upp även om gjuten mot. Tillgänglighet, kommer inte åt efter bygget exempelvis balkong. Kan också vara kostnadsfråga, om suttit ungefär 6 månader eller längre så kan lika gärna sitta då hyrestiden tickat på. Projektet köper sponten. Litet projekt (5-10 m) --> Ej värt att etablera för att dra upp. Om föreskrivet annan spont än lagervara så får projektet köpa och då har företaget ingen nytta, lämnas då kvar i marken.
5	Återanvändningsgrad	Svårt att svara på. Beror på fall till fall.	Inte insatt, men vet att ner till 3 m används.
6	Val av typ av stålspont	Ska orka hålla undan och inte röra på sig. Tillräckligt stabil spont för att kunna drivas ner genom hård mark.	Spont som lämnas i backen och inte ingår som lagervara kan optimeras mer vid dimensionering. Kan då räkna med en tunnre spont. Utnyttjar inte spont till fullo varje gång, överkapacitet i 50 % av fallen. Säkerhetsmarginalerna är ofta stora i dag, tror det finns väldigt stor potential att markundersökningar för att ge ett bättre underlag för konstruktörer att optimera konstruktionen. Om mer avancerad markundersökning görs så kan längder på spont till etableringen optimeras. Slipper kapa massa i onödan och få småbitar över. Beställare förstår inte den viktiga innebörden att lägga pengar på detta. Vore intressant att jämföra kostnaden.

7	Maskiner och metoder för att driva ned stålspont i mark	Vibrodrivning vanligast, 95 %. Tryckning sker sällan men händer att hyrs in från annat land.	Vibrodrivning vanligast.
8	Metodens påverkan på stålspontens återanvändningsgrad	Vibrodrivning är skonsammare än slagning. Tryckning kan vara än mer skonsammare men mer beroende av markens egenskaper.	Maskinförarens kunskap och hantering avgörande. Movax från sida skadar lite mer än klassisk spontmaskin.
11	Användning av prefabricerade flera ihopsatta stålspont		Används ej.
12	Återanvänds stålspont hos er		Ja
13	Hur ser returprocessen ut		Lager för masshantering av spont. Fraktas över hela landet. Finns lokala upplagsytor för balk och spont i andra delar av landet. Inte möjlighet att hantera större mängder på andra ställen än huvudlagret. Startat en till returanläggning i annan del av Sverige med.
15	Återanvänds stålprodukter utöver stålsPonten hos er		Hammarband och stämp tas alltid upp. Återanvänds också, rensas, kapas och tvättas men behöver inte gå igenom samma noggranna process som sponten p.g.a. mindre åverkan. Stag inborrade i marken tas aldrig upp.
19	Andra faktorer som påverkar återanvändningsgraden	Tapp i backen kan ge försvagad spont.	Inte direkt.
20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde	Premiera företag som arbetar aktivt med miljö. Optimera beräkningar för att använda mindre mängd stål. Köpa stål från rätt producent som har en bra miljöpolicy.	Optimera storlek på kompressor vid borrning av rörspont. Möjligen se över stålqualität och hållfasthet. Bra designat och större markundersökning. Inte välja borrad spont om inte behövs. Mode att borra. Kan föreskrivas RD-vägg men egentligen hade kanske vanlig u-spont kunnat användas.
31	Kostnad låta spont bli kvar i marken jämfört med att återvända		Stora prisvariationer på stål under året. Om litet projekt om 5-10 krönmeter så kan det vara ovärt med etablering för att få upp spont.
32	Ståltillverkare		VL 603 och 604 på lager.
34	Om ett mer hållfast stål skulle användas, skulle spont kunna användas fler gånger	För komplicerat.	Vet ej. Om köps in till ett projekt så kan det vara möjligt. Inte tittat så mycket på. Med högre hållfasthet i stål kan klenare dimension väljas för böjmotstånd. Om det även blir bättre för drivning är oklart. Behöver inte hålla längre utan kan vara tvärt om att det påverkas mer under livstiden.

43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	Ja
44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	Ja
		Intervjuobjekt C, konsult, geoteknik/konstruktör	Intervjuobjekt D, upphandlare/inköpare
1	Beskrivning av intervjuobjekt	Doktorerat inom geoteknik KTH. Skanska teknik 5 år. Eget företag som geokonstruktör i 20 år. Tar fram konstruktioner, främst stålspont. Följer upp varje projekt.	Inköpare på region väst i 4 år.
2	Beskrivning av kunskap kring användning och återanvändning av stålspont	Kan grovt hur återanvändning ser ut hos ett företag.	
4	Anledningar till att spont lämnas kvar i mark	Sättningar i omgivning. Hus eller ledningar gör det svårt att komma åt. Permanent funktion. Ekonomisk faktor, oftast värt att dra upp men om långa projekt kan spont säljas till projektet. Men det dras nog upp i många fall ändå.	
5	Återanvändningsgrad	Skanska vill få in 2-3 uthyrningar för att tjäna på det. Hård profiljord/morän gör att sponten får mycket stryk. Skador i botten. Skador på spontlås vid drivning kan göra att hel spont kasseras. Normalt inget problem dock.	
6	Val av typ av stålspont	Beror på bästa priser. Oftast standardsponter hos Skanska och NCC. Kan vara bättre att gå upp en dimension för att komma ner i backen ordentligt. Bestämmer vilken som ska användas, men om entreprenör frågar om annan är lämplig att användas kan han säga jag. Då kan lagerspont användas.	
7	Maskiner och metoder för att driva ned stålspont i mark	25 år sedan slogs allt. Nu vibreras 95-99 % ner. Händer att slagning samt silence piling sker vid speciella förutsättningar.	
8	Metodens påverkan på stålspontens återanvändningsgrad	Tryckning av spont är skonsammast mot sponten. Används inte mycket p.g.a. dyrt och långsamt. Vibro är näst skonsammast. Slagning minst skonsammast.	

11	Användning av prefabricerade flera ihopsatta stålspont	A-Z profil händer. Aldrig varit med om vid u-profil. Men säkert möjligt att kan trycka ner flera på en gång.	
12	Återanvänds stålspont hos er	Ja	
15	Återanvänds stålprodukter utöver stålsporten hos er	Balkar vid NCC och Skanska vad vet.	
20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde	Projektera rätt. Kan spara tusentals ton CO2-eq om projekterat rätt. Kan få ner dimensioner. Största faktorn utöver att köpa rätt stål. Grundläggning 10-30 % av en byggnad, stål är en bov, Sverige måste satsa mer på detta.	
21	Påverkar användning av injekteringsmassa upptag av stålspont?	Händer ganska sällan. Men finns kraftiga maskiner, så går nog alltid att få upp om vill.	
22	För- och nackdelar u-spont respektive rörspont ur ett miljöperspektiv	Borrad rörspont, kan tillverkas som glesspont. RD-vägg tät som spontplankor. 90 % av borrard rörspont är ner i berg --> svårt att få upp. 98 % av fallen också svetsade plåtar, svårt att dras upp. Dras inte upp för glesspont, fastsvetsade plåtar hela vägen. Används mer rörspont nu än förut. Inte varit med om att ta upp rörspont, men beror inte på att det inte går. Absolut möjligt om inte gjuter ner i berget utan bara borrar. Ta bort plåt mellan. Tror det även finnas ekonomi att vinna i detta. Folk i branschen har inte börjat tänka på miljö förrän sista 2-3 åren. 1-2 % billigare pris väger högre än miljönytta. Många rör kommer från SSAB, nästan 3 kg CO2-eq per kg stål. Inga kommer köpa detta i framtiden. Folk tittar mot återvunnet stål i Europa i stället.	
34	Om ett mer hållfast stål skulle användas, skulle spont kunna användas fler gånger	Har ibland tagit in detta. Men ser ingen större nytta. Mer på rör än spont. Deformationer ingen större skillnad. Kan bli problem med svetsning, svårare att svetsa högre stålqualität. Kvaliteterna på stål har ökat från 235 till 275 till 355 genom åren. Kan finnas potential.	
35	Läggs det tillräckligt med resurser på förberedande markundersökningar	Normalt för lite undersökningar. Kostar inte speciellt mycket i jämförelse vad man tjänar. Kan skjuta skarpare om mycket provborringar. Läggs till 200 000 om konstruktion kostar 10 miljoner, kan tjäna 2 miljoner.	

36	På vilka sätt kan det ställas miljökrav från Trafikverket (utöver bränsle, fordon)		Svårt att svara på. Kan ställas krav på exempelvis använda fossilfri el och föreskriva en metod. Skiljer sig mellan projekt.
37	Vad behövs för att kunna ställa ett krav		Interna policys. Måste vara rimliga krav. Väldigt hårda krav kan bli för dyrt. Ska inte vara verkningslösa krav.
42	Exempel: Möjligt att bestämma att rörspons ska dras upp för att återvinnas		Inte omöjligt. Men skillnad på totalentreprenad och utöfrandeentreprenad. Vägval får ofta entreprenör stå för. Vid utförandeentreprenad kan det sägas mer uttryckligt vad en entreprenör ska göra än vid totalentreprenad. Vid totalentreprenad mer arbeta med procentstegar och lämna över ansvar på entreprenör.
43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	Ja
44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	Ja
		Intervjuobjekt E, strateg miljö/teknik	Intervjuobjekt F, företag 1, verksamhetsutvecklare, hållbarhet och strategi
1	Beskrivning av intervjuobjekt	Utvecklar teknik- och miljökrav på material.	Miljöintresserad men inte expert. Kollar inom miljö på maskiner, återanvändning, bättre bränslealternativ.
2	Beskrivning av kunskap kring användning och återanvändning av stålspons		Kan processen men inte i detalj. Promotar återanvändning mycket. Win win rent ekonomiskt. Har återanvänt spons så länge vet. Ekonomiskt perspektiv till en början. Försöker styra projektering att använda så lite material som möjligt. Försöker få folk att tänka ur ett miljöperspektiv.
5	Återanvändningsgrad		Kan återanvända spons 6-7 gånger.
12	Återanvänds stålspons hos er		Ja

13	Hur ser returprocessen ut		Stort huvudlager och mindre lager på andra platser i Sverige. Smidigt då projekt ofta är snabbt påbörjade. Spont kan skickas från hela Sverige till huvudlager. Finns viss möjlighet att tas om hand i andra delar av Sverige, men inte med samma masshantering. Sparas i avlägsen del av Sverige exempelvis om vet kommer ett till projekt. Samordnar så mycket transporter som möjligt. Minst euro 6 som krav vid val av transport. Har transportledare som ska optimera last. Kan dock hända att några plank saknas och måste hämtas.
15	Återanvänds stålprodukter utöver stålsPonten hos er		Balk återanvänds också.
16	Möjlighet till att hantera återanvändning av andra stålprodukter		Inte tittat på. Men är intresserad av att undersöka rörsPont. Om detta ska ske måste dock tillgång till arbetsområdet finnas, om det är något som är bökigt måste hela branschen vara medvetna om detta. Både beställare och entreprenör. Trafikverket får tänka på detta i sina tidsplaner även. Ofta pressade tidsplaner.
17	Hur stor del av sponten tas bort vid returprocessen		Stena recycling tar hand om skrot.
18	När återvinns stålsPont i stället för att återanvändas		Kan hända om förorenade områden. Spont används inom området flera gånger men skrotas sedan eller låter vara kvar. Där tvättas och återanvänds spont på plats, men får inte användas någon annan stans. Extremfall, miljödomstol som bedömt hur saker ska hanteras.
20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde		Tror det kan göras mycket på konstruktion, både ekonomiskt och miljömässigt. Få till exakta längder på rör och spont vid entreprenaden, onödigt spill om 2 meter sticker upp om inte kan användas till annat (överbilgnder). Onödiga transporter om detta sker. Störande att 3 meters bitar inte används, skulle vilja hitta alternativ för dessa. Exempelvis undersöka möjlighet att svetsa ihop. Måste värdera ur ett ekonomiskt perspektiv med.
28	Längd på kortaste stålsPont som används		3 m

33	Transportsätt av ny spont		Både tåg och lastbil. Osäker på om kan komma med båt. Vet inte om kan bestämma om tåg ska användas. Företaget där dom köper spont bestämmer. I Göteborg har det varit direktleverans med tåg.
34	Om ett mer hållfast stål skulle användas, skulle spont kunna användas fler gånger		Kan vara svårt att hantera om ej är lagervara. Säljer då ofta till projektet, skulle kunna köpa tillbaka om har annat projekt där det kan användas, men inte för att lägga på lager. Binder mycket kapital att ha ett lager, måste kunna hantera och finnas med i planen att växa som företag i sådana fall. Måste undersökas om möjlighet finns att utöka lagret.
35	Läggs det tillräckligt med resurser på förberedande markundersökningar		Provvorningar och liknande skulle kunna bidra mycket.
37	Vad behövs för att kunna ställa ett krav	Visa att det är möjligt och rimligt. Beror på vad kravet avser, t.ex om det är materialkrav eller funktionskrav. Kostnad. Priset för miljönyttan.	
38	Vilka aktörer i en upphandling kan påverkas	Beror på, om en helt ny produkt eller lösning måste tas fram eller om befintligt produkt kan användas. Skulle kunna påverka ända ner till tillverkare.	
40	Finns det idag miljökrav för metodval	Krav på sammansättning, vad det får innehålla och inte. Exempelvis innehåll av farliga ämnen. Rätt livslängd, måste uppfylla sin funktion främst. Miljökrav ofta lagts på sidan. Miljökrav ska inkluderas i material- och varukrav. På vissa områden har vi haft tydliga återvinningsmål, t ex för asfalt. Regelverken ger också möjlighet att använda returafalt. Det finns också anvisningar för hur man använder masugnsslagg och krossad betong som konstruktionsmaterial. CO2 krav kan läggas in på tekniska krav. Kan finnas valbara krav i en upphandling, exempelvis återvunnet som då kan premieras.	

41	Specifika miljökrav stål utöver miljövarudeklaration	Krav oavsett material på funktion, livslängd, beständighet med mera. Finns plan att ta fram klimatkrav på stålprodukter men det arbetet är inte påbörjat än. Återvunna material ska användas, möjligt ställa krav på detta. Brist på återvunnet stål? Måste vara rimligt i alla aspekter.	
42	Exempel: Möjligt att bestämma att rörsfont ska dras upp för att återvinnas	Metod bör det kunna ställas krav på, så länge inte patent. Först måste man veta om det är möjligt. Därefter måste det finnas en lämplig metod för det. Sen kan man ställa krav på återvinning.	
43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	Ja
44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	Ja
		Intervjuobjekt G, konsult med lång erfarenhet av grundläggningsbranschen	Intervjuobjekt H, bygglidare
1	Beskrivning av intervjuobjekt	Gick ut KTH -94. Erfarenhet hos underentreprenör tills egen företagare 2020, arbetar som underkonsult till Trafikverket. Kalkylering och planering. Uppföljning av tidigare entreprenör som arbetat på projektet. Arbetat mest med produktion.	Bygglidare, berg och konstbyggnad. Mycket tunnlar under jord. Varit på entreprenad sedan 2014. Malmбанan. Vattenkraftverk. Mycket med berg. Bottniabanen.
2	Beskrivning av kunskap kring användning och återanvändning av stålsfont	Arbetsledare spontarbeten. En underentreprenör räknade med att återanvända font 4 gånger, varje gång typ kapa bort 0.5 m. Går att använda lite småtrasig font med. Skär bort trasig font, tvättar, svetsar igen hål. En underentreprenör använder 2 olika typer av lagersfont. Det som spars på lager är ofta sådant som blivit över från projekt. Dyrt att hålla lager. Ibland hyr ut font, ibland sälja projekt. Kan i vissa fall köpa tillbaka om lämpligt. Våldigt dyrt just nu, ca 14 kr kg. Plank dras oftast upp i Sverige.	Intresserad av ett projekt med SSAB om att dra upp RD-rör i Borlänge. Ambitionen var att dra upp, oklart hur det gått. Ska gå vidare själv via kontaktperson. Arbetar i övrigt med att ta fram ny metod för att injektera fontfoten, kapa fyra hål i varje rör och blåsa upp packer i röret, erkänd utrustning som används vid injektering i tunnel. Fontplank dras upp lätt.

4	Anledningar till att spont lämnas kvar i mark	Bygga i innerstan, känslig miljö. Redan byggt väggar eller balkonger ut över spont. Bästa är att dra upp när källarplan byggs klart, skulle kunna effektiviseras projekteringsmässigt. Kostnad att dra upp spont är mycket lägre än kostnaden för stålet, få projekt där inte tjänar på att dra upp sponten.	Just vid Mälarbanan i Sundbyberg av praktiska skäl. En spont är redan överasfalterad. Ser på möjligheter att skära av rörspons längre ned. Ofta omgivning som påverkar.
5	Återanvändningsgrad		Spontplank många gånger om inte skadats.
7	Maskiner och metoder för att driva ned stålspons i mark	Varit med om slagning, men väldigt ovanligt. Vibro vanligast.	Tror inte så mycket på nedtryckning.
8	Metodens påverkan på stålsponsens återanvändningsgrad	Slagning minst skonsam. Vibro smidigt att dra upp och ned. Tryckning är skonsammast men funkar inte överallt. Vibrera ned spont är snabbare än att trycka ner spont.	
10	Neddrivningsmetodens påverkan av stålspons	Vibrofästet kan påverka, ovanfördriven gentemot sidodriven vibro(movax). Movax svänger och drar plankan mycket mer, kan få permanent vridning. Kan bli om använder för klen spont. Kan behöva kraftig spont för att driva ner i backen, inte bara konstruktionsmässigt.	
11	Användning av prefabricerade flera ihopsatta stålspons	Har använt dubbelplank, ställer stora krav på neddrivningsutrustning. I Göteborg används detta en del. Dubbelplank på Norra länken, men kunde glida i varandra. Möjligt dock att bygga lådor på land för att sedan sänka ned i vatten exempelvis.	
15	Återanvänds stålprodukter utöver stålsponsen hos er	Hammarband återanvänds alltid. Skärs bort när man fyller upp jord. Stag låter man vara kvar i marken.	Hammarband återanvänds ganska mycket.
19	Andra faktorer som påverkar återanvändningsgraden	Buckling vid konsolfästen. Skeva när drivs i stenig terräng.	
20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde		Färdiga affärsplaner, kommit överens med leverantör innan om att ska återvinnas. Så att entreprenören kan ta åt sig den biten. Pant.
21	Påverkar användning av injekteringsmassa upptag av stålspons?	Kantbalk eller gjut mot brukar inte vara något problem.	

22	För- och nackdelar u-spont respektive rörspont ur ett miljöperspektiv	U-spont billigare, installeras fortare och begränsningar vid tätbebyggt område och blockig jord. Rörspont lämnas alltid i backen, kapas 1.2 m under marknivå. Borrspont nära hus, mindre vibrationsskador. Angående Mälarbanan: Stabilt borra ner i berg, kommer alltid genom block och allt om använder rör direkt. Robust metod som alltid fungerar. Använder för att man vet att det kommer att fungera. Om spontplank i stället skulle använts kan det bli svårt med hållfasthetskraven och mer dragstag och liknande kan behövas. Om profilerad spont används i blockig mark kan det hända att fler hammarbandsnivåer krävs under schaktarbetet då sponten troligtvis inte har tillräckligt mothåll i underkant. Andra förstärkningsåtgärder som kan komma ifråga är nedborrade kraftiga rör som kan överbrygga glappet mellan ök berg och uk spont.	Svårt att dra upp rörspont, speciellt om gjuten/injekterad. Går i princip inte. Aldrig varit med om att dra upp. Oerhört hållfast om varit fastgjuten. Kanske om skickar ner något som kan kapa av längre ned, typ precis ovan jordnivån.
26	Drar ni upp rörspont. Tid? Problem?	Om bara står i jord så borde vibro gå lätt. Svårare om borrar och gjutit in i berg, kommer ha sönder hel sponten (men möjligt återvinna). Ringar i botten gör att fler följer med på en gång, svetsas fast i dagsläget.	
27	Tillgänglighet- och tidsperspektiv upptag av stålspont	Om effektivare tidsplaner så skulle det i vissa fall kunna dras upp spont som annars blir kvar i onödan.	
28	Längd på kortaste stålspont som används	Räcker nog med 4-5 meter. Ner till 2 m för avsärningar, förorenad jord eller annat men inte geotekniskt.	På en stor sträcka av Mälarbanan är det bara 3-4 meters djup som behövs. Kan lätt användas korta bitar där.
31	Kostnad låta spont bli kvar i marken jämfört med att återvända	Offertpris ca 14 kr / kg.	
35	Läggs det tillräckligt med resurser på förberedande markundersökningar	Ingen grundläggare trycker detta. 40x60 meter kan ha typ 3 punkter. Kostar pengar att undersöka i ett tidigt skede. Men skulle kunna få rätt längder och liknande från detta. Finns ingen som räknar på att det kan tjäna in på detta vis, skulle kunna bidra mycket.	Bristfällig markundersökning kan resultera att det dyker upp block i jorden. Ofta tas detta som ändrings- och tilläggsarbete i stället för att räknas in från början. Affärsmässighet och pengar som styr. Svårt att lägga mycket pengar på markundersökning i ett tidigt skede. Pengarna som sparas in på det kan gå till att spenderas på ändrings- och tilläggsarbeten.
43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	Ja

44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	Ja
		Intervjuobjekt I, geotekniker/konstruktör	Intervjuobjekt J, företag 2, arbetschef och VD
1	Beskrivning av intervjuobjekt	Geotekniker produktion. Jobbade tidigare hos underentreprenör. Trafikverket sedan 2010. Teknikstöd tillsammans med intervjuobjekt A. Konsulter som gör ritningar åt oss, får då vara med och bolla tekniska lösningar. Sitter inte och räknar själv men har gjort tidigare. Varit konsult på Golder. Granskar handlingar. Stor nytt av att tidigare ha räknat själv.	VD och grundare av spontföretag. Nu del av koncern med flera pålföretag. Företaget ses som nytänkade och vågar prova nya metoder. Helhetstänk som många andra företag inte har. Tar åt sig alla jobb och inte bara nischad mot antingen borring eller spontning.
2	Beskrivning av kunskap kring användning och återanvändning av stålspont	Allra flesta sponter är tillfälliga. Alltid fråga om lämna kvar eller inte. Järnvägsmiljö kostar det mer att dra upp än att låta vara kvar. Ska sponten stå längre än X månader så kan det bli bättre att hyra ut. Om man hyr ut så är den större fråga om att dra upp den.	
4	Anledningar till att spont lämnas kvar i mark	Avstängt spår vid järnvägsmiljö. Rörelser i marken. Allt inom spårområde lämnas ofta. Kombination av kostnad att dra upp och omgivningspåverkan. Kan finnas möjlighet att dra upp innan järnväg läggs dit. Priserna höga på stål, kan finnas incitament på det viset att dra upp.	Plankspont lämnas väldigt sällan i mark vid husbyggnationer. Dras upp i 100 % av fallen om det inte har byggts något ivägen eller risk för grundvatteninträngning. Men för infrastruktur och pumpstationer så blir det oftast kvar. Ifall något ska bytas ut snabbt vid pumpstation så kan underhållet bli lättare. För 10 år sedan lämnades mycket mer kvar i mmarken. Grundplanen är att all spont ska upp. Totalt kanske 80-90 % dras upp. Vibrationer nära ledningar eller liknande kan påverka. I ett projekt kan exempelvis 80 % av sponten dras upp och resterande 20 % som sitter mer känsligt kan lämnas kvar. Litet projekt är inte anledning till att lämnas kvar, etablering så pass billig i jämförelse med inköpspris på stål. Om pumpgrop 5 meter lång är det alltid värt att dra upp. Kan kosta 5-10000 kr per plank i inköpspris.

5	Återanvändningsgrad	Beror på hur pass skadad, spont vill ner så långt som möjligt mot berg och kan drivas mot då. Stor omgivningpåverkan om dra upp spont som är mycket trasig i botten, beror på hur hårt den har drivits. Olika tunga och kraftiga vibros, om rätt kraft och utrustning används kan det sparas mer. Kanske möjligt att täta mot annat i botten om inte når ner, för att slippa driva hårt ner mot berget. Hål för stag, luckor och liknande. Om mycket hål och låsen fått stryk.	80-90 % av plank dras upp. Används 5-6 gånger, drömsscenario om återanvänds 5 gånge och sedan 6e gången hamnar på permanent konstruktion.
6	Val av typ av stålspont	Tillfälliga sponter alltid i entreprenadform, Trafikverket bestämmer inte direkt hur det ska se ut. Underentreprenör tar och bestämmer själv. Ibland kan dock Trafikverket skriva in exempelvis rörspont om det behovet finns. Mälarbanan inte föreskrivet någon spont, bara sagt att spont ska byggas. Ligger ledningar nära som bara får röra sig en viss gräns, blir då indirekt tvunget att använda rörspont. Ibland påbörjar Trafikverket för att hinna med tågavstängningar, då får entreprenören fortsätta på det som är påbörjat.	Köper så långa stålspont som möjligt, upp till 15 meter innan det blir för dyra transporter. Inom Europa. Lång plank som sticker upp 3-4 meter i luften påverkar inte. VL 603 på lager främst, har även VL 605 men används inte i samma utsträckning. Även om förevisat en klenare spont så slås VL 603, håller längre och kan användas fler gånger. Klenare varianter tar stryk vid neddrivning i större utsträckning.

7	Maskiner och metoder för att driva ned stålspont i mark		Vibro vid plank. Har både movax samt riktiga geijderstyrda spontmaskiner (90 %) ABI. Olika storlekar på maskiner, begränsad av hanterbar längd. Alla vibros är av en större variant, ganska tungdrivet i Mälardalen. Kan justera hur hårt drivningen sker. Rörspont är som en borrar rd-påle. Drivs med en sänkhammare och borrhög. Kan egentligen borra med hur liten som helst, beror på kompressor. En liten borrhög som används i källare kan i princip borra 323 mm rör. Riggen håller bara i röret och det är kompressor som driver hammaren. Kompressor ihop med vilken hammare som styr. Har 7 olika storlekar på kompressor. Dom mindre drar 150 liter diesel per dag och dom större 1 m ³ . Bränslet som används till maskiner är vanlig diesel, bara HVO 100 om det finns föreskrivet för att kunna visa kvitto. Till kompressorer används grön diesel (villaolja). Om osäker tankar vi dock även HVO 100 i kompressor om föreskrivet HVO 100 på ett projekt. Luddigt skrivet i miljökrav från Trafikverket bland annat. Men det är ändå ganska kortvariga jobb så kör på HVO 100 i dessa fall.
8	Metodens påverkan på stålspontens återanvändningsgrad	Tryckning kan vara skonsamt, fungerar dock bara vid lera inte morän.	Vibro är snäll mot plankorna.
9	Möjliga åtgärder för att stålspont ska kunna återanvändas i större utsträckning	Använda riktig spontmaskin, mer energi.	Har funderat på att använda sig av grövre dimensioner på spont, VL 605 i större utsträckning än VL 603. Märker att VL 605 håller några till hyresperioder än VL 603. Problem att ligga ute med ännu mer pengar och dyrare transporter dock. Inte kollat på detta på detaljnivå. Har provat lite andra metoder som kommer och går, plastspont bl.a. men gick sönder lättare och krävdes känsligare hantering. På grund utav stålpriserna har hantering av stålspont blivit bättre med. I dagsläget kan man tänka sig att använda kortare plank än förr i tiden. Använda riktiga spontmaskiner i stället för movax är en fördel. Lättare att köra och plankan håller längre. Lättare att föra ner på ett bra sätt.

11	Användning av prefabricerade flera ihopsatta stålspont	Används inte ofta.	
12	Återanvänds stålspont hos er		Ja
13	Hur ser returprocessen ut		Om geologi som typ Uppsala, bara ta hem och tvätta. Om fastslagen mot berg i Stockholm, så tas hem och rengörs, kapas. Tar inte åt sig stålspontprojekt långt bort, verkar mest kring Mälardalen. Varje spont uthyrd i snitt 6 månader, totalt returcykel 6-8 månader. Lager på 30 000 m ² spontyta. 3-14 meter hemma med 1 meters intervall. Sorterar ut spont som börjar bli lite dåliga för att använda till permanenta konstruktioner. Enbart vatten används vid tvätt. Kapar med plasmaskärare p.g.a. dyrt med gas. Använder skrotbitar för att lappa ihop spont om det blivit hål. Har enga lastbilar som tar ca 30 ton. Använder en lastbil så länge det går och köper sedan ny, då blir det senaste miljöklassen automatiskt. Äldsta lastbil i flottan är 10 år gammal, har säkert inte senaste miljöklassen. Kör så länge det finns ett syfte. Svårt att ha nya bilar till alla, bra med någon gammal som backup. Svårt för branschen att köpa nya bilar beroende på nya miljökrav. Har en liten eldriven bormaskin för små källare, använder dock elverk 30 % av tiden.
16	Möjlighet till att hantera återanvändning av andra stålprodukter		Har provat dra upp rörspont men inte RD-vägg. Men gör inte heller RD-väggar så ofta. Kapar av rör lite upptill och vibrerar sedan upp. Går ganska bra.
17	Hur stor del av sponten tas bort vid returprocessen		20 till 50 cm.
18	När återvinns stålspont i stället för att återanvändas		Även om en planka inte har kapats ner varje gång så blir det glapp i lås med tiden, en plank som är 15 m kan inte användas i all evighet.

20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde	Optimering av dimensionering, så att det behövs mindre stål. Folk som ritat vågar olika mycket. Ser detta mycket som beställare, exempel räknar 20 % grövre på allting. Får ändå betalt för alla timmar. Ju mer dom slimmar en konstruktion ju större risk för att det blir deras ansvar. Totalentreprenad mer benägna till slimmade konstruktioner. Onödigt robusta konstruktioner. Val av entreprenadform kan styra. Tror dock inte att projekteringskostnaden är ett problem, vid totalentreprenad vill nog entreprenör bygga så slimmat som möjligt för att tjäna pengar på stål. Entreprenör kan komma med alternativ lösning som inte Trafikverket har erfarenhet av, kan då möjligtvis bli struligt och entreprenör väljer konventionell metod i stället. Om inte totalentreprenad utan Trafikverket har anlitat en konstruktör, då är det större risk för att överdimensioneras.	Bostadsbyggande bättre på att minimera andelen stål i jämförelse med infrastrukturprojekt. Bostadsbyggande ofta lite slankare konstruktioner, Trafikverket verkar inte bry sig så mycket om detta. Här borde Trafikverket kunna jobba mer. Överdimensionerar gärna till Trafikverket och tar en grövre balk för att slippa en hel del mötestid. Om själv är med och tar fram till Trafikverket, inget är väldigt slankt för vet att kommer bli ifrågasatt. Blir bara massa extra beräkningar och möten i efterhand. Lätt att påvisa att det håller.
21	Påverkar användning av injekteringsmassa upptag av stålspont?	Vid spontplank spelar det nog ingen roll. Skulle kunna bli problem vid kantbalk längst ner på sponten, ska hålla ihop spont även om berg under sprängs bort.	Jetgrouting, påverkar inget. Tror inte att rörspont behöver fyllas igen, men blir större sättningar än när drar upp plankspont.
22	För- och nackdelar u-spont respektive rörspont ur ett miljöperspektiv	Rörspont lämnas mycket oftare. Ofta inborrad i berg. Svår att få upp. Spontplank är bara ner mot berg. Om rörspont fylls med cement, stort hålrum i röret. Om inte fyllt så kan det försöka vibreras upp, kan bli hålrum som måste fyllas efter. Har inte sett att det dras någonstans. På Mälarbanan måste det dras upp vart 5e rör i framtiden för att säkra grundvattenflödet, finns ingen plan för detta men det diskuteras. Exempelvis att försöka kapa röret inifrån nära botten, kan dock bli problem med låsen ändå. Kan vara lämpligt att lämna kvar spont för framtida bruk, kan vara smidigt om ska ner och greja. Inte hållbart i längden dock.	Rörspont eller RD-vägg kan användas där det är trångt eller blockig jord. Borrmaskin tar liten plats och ingen stor spontmaskin behövs. RD-vägg är sista alternativet.
23	Tid för att driva ner u-spont		20-25 krönmeter per arbetsskift. 10 timmar. Spontens längd spelar ingen roll tidsmässigt, det är antalet krönmeter som har störst påverkan.
24	Tid för att dra upp u-spont		30-40 krönmeter per dag.
25	Tid för att borra och driva ner rörspont		Ca 20 st rör per dag.

26	Drar ni upp rörspont. Tid? Problem?		Har dragit upp rörspont, skulle räkna ca 20 st rör upp per dag. Gäller att börja från rätt håll så att inte borrkronan fastnar i den före. Rör köps ofta i 3 meters längder och skarvas, varje borrstag är 3 m, ett 11 meters rör kapas därmed ner till 9 m. Kan absolut återanvända rören. Kan behöva ny borrkrona. Metoden används dock för sällan, kan behöva lagerhålla i 2-3- år.
28	Längd på kortaste stålspont som används		3 m.
29	Möjlighet att svetsa ihop kortare bitar		Ja, vi gör detta i dagsläget. 3 stycken 3 meters svetsas ihop. Hållfasthetsmässigt som en skarvad stålrörspåle. Duktig och licensierad smed. Inget problem att dra upp. Om för korta bitar, under 3 m. Kan bli mycket arbetstid för smeden och inte värt ur ett ekonomiskt perspektiv.
30	Möjligt skära av rörspont nära botten		Aldrig tänkt på, kan bli problem då ena låset är hane och andra är hona. Kan behöva kapa längs hela låset. När det borras så förebereds för nästa hål framåt. Måste alltid börja på djupaste delen, annars krockar låsen med varandra. Kan få borra 6 m djupt ner i berg, om inte fuskar och kapar sönder lås.
31	Kostnad låta spont bli kvar i marken jämfört med att återvända		Om driver ner 25 meter spont med snittlängd på 10 m. 25 m ² spontyta. Spontmaskin kostar 30 000kr per dagsskifte med bränsle och personal. 120 kr / m ² . Att köpa en helt ny spont, 108 kg/m ² . Ca 17 kr/kg i dagsläget. För 2 år sedan 7-8 kr. Skrotpriser idag 3 kr/kg, alltid ungefär 20 % av nypriset.
32	Ståltillverkare		Viktovice
33	Transportsätt av ny spont		Köper från leverantör i Danmark eller Österrike, kommer varierat. Försäljare bestämmer, båt, tåg eller lastbil.
34	Om ett mer hållfast stål skulle användas, skulle spont kunna användas fler gånger	Rörspont kan användas som pålar också, där kan det finnas. Berlinerspont är i princip samma rör som vid pålar. Ju högre stålqualität ju mer tål den, generellt dålig koll på vad som händer nere vid berget, vill driva så hårt som möjligt.	

35	Läggs det tillräckligt med resurser på förberedande markundersökningar	Alltid en diskussion hur mycket pengar som ska läggas på detta. Desto mer man gör det desto bättre. Finns utvecklingsutrymme här. Mer optimerade längder skulle kunna tas med till ett bygge. Väldigt olika som entreprenör, finns alltid undersökningar innan och är sedan upp till entreprenör om det är tillräckligt eller vill lägga mer pengar på detta. Kan lika bra ta det på ändrings- och tilläggsarbeten som får betalt för sen. Entreprenör struntar därför ofta i att undersöka. Skulle kunna lägga in om tidigare markundersökningar i anbudet. Frågan är vad Trafikverket ska stå för. En entreprenör kan ha vunnit upphandling och sen bråka med ändrings- och tilläggsarbeten även om lagt för lite pengar själv på detta från början. Ju mer undersökning ju mindre säkerheter behöver läggas på konstruktion.	
43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	
44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	
		Intervjuobjekt K, företag 4, arbetschef respektive lageransvarig	Intervjuobjekt L, företag 1, lageransvarig, tillverkningschef, tekniker

1	Beskrivning av intervjuobjekt	Arbetschef har full koll på användning och neddrivning. Lageransvarig har koll på återanvändning.	Tillverkningschef, ansvarar för betongfabrik och stålplåtar. Lageransvarig byggde upp returanslagning. Var först att köpa direkta poster direkt från stålverk, fick helt annat pris. Valde efter ett tag att fokusera på 2 stålspontmodeller och 2 hammarbandsprofiler. Tog allt på tåg förr i tiden. Hann inte med att kapa så började skicka spont direkt till projekt i stället. Då försvann att köra allt på tåg till lager. Med och ansvarar för transportledning. Tekniker jobbar inom teknik på moderbolag. Stöttar fram för allt infrastruktur. Hållbarhetsrapportering. Klimatberäkningar i infrastrukturprojekt. Jobbat på nuvarande företaget i 4 år, tidigare 5 år på IVL. LCA som specialområde.
3	Hur hanterar ni stålspont	Köper in ny spont till lagret, används ganska direkt. Efter 6-12 månader får tillbaka spont från projekt. Går igenom, tvättar, skär bort. Lagar hål från stag. Mäter upp och lägger på lager.	
4	Anledningar till att spont lämnas kvar i mark	Omkringliggande ledningar, sättningar. Blir alltid mer eller mindre sättningar vid dragning av spont. Kan också vara rent tekniskt, att vill ha ett skydd när fyller. Om litet projekt kan det vara billigare att låta vara kvar, kostar 25-30 000 att etablera. Inte värt att dra upp 4-5 plank om inte tvunget. Ganska ofta finns det krav på att dra upp. Spont i dagsläget ganska dyrt, mer och mer värt att dra upp från mindre projekt hela tiden. 15 kr /kg. Måste vara 5-10 ton för att vara värt att dra upp. En dag att jobba kanske kostar 35 000. Måste upp i 65-70 000 för att vara värt. Beror på kunden och vem som betalar. Om kund betalar så åker vi och drar upp. Ofta i sluttampen, sent i projekt som kund väljer att dra upp spont.	Långa transporter kan vara en faktor. Dyrt att etablera. Storlek på projekt i kombination med etableringskostnad. Finns en maskin i närheten så är det möjligt ändå. En etablering kostar 50 000 kr. Måste gå ihop sig med avskrivningstiden för företaget. Händer att ska vara hyrd spont från början, sen plötsligt ska allt köpas, exempelvis om lång hyrtid. Kan köpa tillbaka sponten efter några år då. God affär att även göra så. Köper helst bara tillbaka egna spont, vill inte blanda med andra.
5	Återanvändningsgrad	10-20 gånger. Har någon spont som säkert är 20 år gammal.	5-10 år. Beror på geologiska förutsättningar. Om tur kan leva väldigt länge. Om ska gå till projekt med kvarsittande spont kan dom äldsta sponten väljas.
6	Val av typ av stålspont	En dimension populärt. VL 603. VL 605 lagerförs också men inte alls lika mycket.	Larssen/VL 603 och 604. Lagerhåller inte annat. Smidigt. 70/30 uthyrning/sälja till projekt. Bra att sälja spont ibland för att kunna köpa in mer.

7	Maskiner och metoder för att driva ned stålspont i mark	<p>Helst egen Movax, monterad på grävmaskin. Frihängande med mobilkran, användes alltid förr i tiden men sen för 10 år sedan kom Movax. 90 % Movax i Sverige. Har ingen riktig spontmaskin. Rörspont - har laddmaskin som tar upp till 12 m långa rör, tidigare bara 3-5 meters som behövde skarvas. Använder vanlig diesel till kompressor, använder HVO 100 när kraven är sådana. 5 kr skillnad diesel gentemot HVO 100. Kan också vara svårt att få tag på HVO 100 på vissa platser i Sverige. Hade projekt åt Jämtlands kraftverk, fanns krav på HVO 100, räknade på att det skulle kosta 150 000 kr extra, kravet togs bort. Kommer bli svårt i framtiden med krav. Movax SG-75V med Hitachi 350 grävmaskin med knäckbom, används av de flesta i branschen. Räknar med 20 l/h bränsleåtgång. Kompressorer som används är dieseldrivna Atlas Copco 500, 200-400 kW, 20 bar. 400 liter om dagen.</p>	<p>Mestadels Movax med grävmaskin. Movax SPH80-6 vanligast. Tror Movax drar ganska mycket bränsle. Flesta grävmaskiner 40-45 ton, Hitachi 350 exempel. Lättstyrt med Movax. Har även 1 st ABI maskin, geijderstyrd, Liebherr 9508 A7, steg 3A, Liebherr LRB125. ABI är dyr med transporter, intern hög hyreskostnad, används när behövs bara. 73 ton, ABI tm20, vibro mrzv3vv. Angående bormaskiner så är 23 kubiks kompressorer vanligast, drar 250 liter bränsle per skift. Beror mycket på rördimension, om grova rör som 700 mm då kan det krävas 3 st kompressorer. Beror väldigt mycket på. Använder HVO 100 till alla entreprenadmaskiner.</p>
8	Metodens påverkan på stålspontens återanvändningsgrad	<p>Skiljer sig inte direkt. Skador kommer från backen, så naturligtvis maskinisten. Kan klämma låset. Måste driva hårt för att vara verksam. Har hänt att drivit spontplanka så att den stukat sig. Då bör det snarare gås upp i dimension.</p>	
9	Möjliga åtgärder för att stålspont ska kunna återanvändas i större utsträckning	<p>Dialog med kund om varför den ska vara kvar eller inte. Lämnas det per slentrian? Planera för att sponten ska dras upp. Koll på ledningar redan innan. Möjlighet att dra tidigare. Vara med tidigt och planera.</p>	
12	Återanvänds stålspont hos er	Ja	Ja

13	Hur ser returprocessen ut	Hetvatten används till tvätt året om. Försöker skaka av så mycket som möjligt av lera på projektet, annars svårt att lagra på transport. Skrapar av en del för hand först. 6-8 timmar med högtryckstvätt per dag. Lastmaskin hanterar plank. Gas för att skära bort, aceytylen/oxygen-blandning. Balk skärs alltid. Totalt andel gas till stålspont/balk är 10/90. Har två lager, kör spont över hela Sverige. Lastbilar som används är trailerbilar tar upp till 30 ton, över 12 m. Kortare sträckor så kranbilar. Använder åkeri (Säfström eller Tungdragarna), har inte egna bilar. Försöker effektivisera, åker hör av sig om har en tom lastbil på väg någonstans. Inget drar direkt el på anläggningen utöver kontor och andra ytor.	Kommer på trailer från projekt. Har åker med ett x antal företag som har lastbilar med euro6. Om projekt nära så används krantrailer men om längre så används större trailerekipage. Lossas vid spolplatta. Tvättas med högtryckstvätt 500 bar, varmt vatten 90 grader under 3 månader på vintern. Effektiv spoltid 2,5 h per dag. Spillvatten hämtas av lokalt avfallsföretag från en uppsamlingsdamm på anläggningen, kommer hjulgrävare och hämtar, räknas som förorenat. Skär sedan bort skadat med gas, acetylene/oxygen. Kanske var 4-5 plank måste skäras. Har också plasma som kan köras om inte för skitigt. Får i princip från hela Sverige. Koncentrerat till storstadsregioner som Göteborg, Stockholm och Mälardalen. Lite Umeå och Örebro. Lagerhålls på sättet att 4 m är från 4 till 4.9 m. Eldriven travers används för hantering av stålspont. Finns gemensam hjullastare på gården som kan användas om inte möjligt med travers.
14	Hur mycket stålspont hanterar ni vid återanvändning	30 plank om dagen tvättas, 10-12 meter. 2-3 st av dessa skärs. Oklart hur mycket på lager, kan ta reda på tills jag kommer på besök. Hanterar också rör. Typiskt projekt 60-100 stålspont.	750 till 10 000 ton. Tvättar 35 plank om dagen. Hyresperiod 6-8 månader.
15	Återanvänds stålprodukter utöver stålsporten hos er	Balk till hammarband. HIB och u-balk. Rörspont till glesspont finns på lager.	Hammarband och hörnlås. Hörnlås väldigt dyra. Hammarband finns en del 3 meter på lager men används aldrig i princip, behöver lite längre.
16	Möjlighet till att hantera återanvändning av andra stålprodukter		Har inte funderat. Hade förut stålrör men var för dyrt att lagerhålla.
17	Hur stor del av sponten tas bort vid returprocessen	2 dm ungefär. Exempelprojekt, 100 plank har kapat totalt 8 m.	10-30 cm i Mälardalen. Flesta plank har en längd på 10-12 m från början.
20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde		Har köpt in elektrisk påkran som verkar fungera bra. Kanske finns liknande för stålspont som kan användas i framtiden, men vet inte. Optimera ritningar, om det är möjligt att använda 7 och 9 meter och inte bara 8 m rakt av, kan det vara bra så att längder kan optimeras.
21	Påverkar användning av injekteringsmassa upptag av stålspont?	Går oftast bra.	
23	Tid för att driva ner u-spont	30-40 st plank om dagen med Movax.	30 st om dagen.

24	Tid för att dra upp u-spont	Lite fortare än ner. Inget fokus på att hamna rakt eller något, större problem med upplagsyta. Om inget ivägen så dubbelt så fort som ner, men förutsätter då helt tomt runtomkring som ett gärde exempelvis.	Lite fortare upp än ner.
25	Tid för att borra och driva ner rörspont	Typ 100 meter effektiv rörlängd. 15 st 9 meter. 10 st 12 meter. Som exempel.	50-60 effektiva meter.
26	Drar ni upp rörspont. Tid? Problem?	Har provat dra upp för att återanvända. Går bra om bara ner i morän och inte i berg. Svårt med plåtar emellan, måste schakta för att kapa bort, moment 22. Inte provat dra upp RD-vägg. Botten större än röret. Har diskuterat detta med Trafikverket i Mäljarbanan. RD-vägg är dyraste sponten man kan göra. Dyr tillverkning och allt lämnas i backen.	Brukar inte göra detta. Vid glesspont klart möjligt att skära bort 1 meter i taget och fylla vart efter, får då möjligtvis gå som skrot. Väldigt mycket jobb. RD-vägg borde funka om går från rätt håll teoretiskt sätt. Ska göra detta i vatten nu, men dyka ner och kapa av vid berg. Andra förutsättningar än i mark.
27	Tillgänglighet- och tidsperspektiv upptag av stålspont		Undantagsfall.
28	Längd på kortaste stålspont som används	3 m.	3 m.
29	Möjlighet att svetsa ihop kortare bitar	Händer att 3 meters svetsas ihop. Tar tid och är lite meckigt. Får inte bli något tjall i låsen. Inget som direkt brukar göras på lagret. Men har hänt om inte haft 6 meters och behöver ha. Kan bli problem om många skarver när dom ska gå i varandra. Skarven måste bli perfekt, inga svetsar eller liknande. Också ekonomisk faktor. Dyr. För ett par år sedan kostade stålspont 7-8 kr/kg, i dagsläget 15-16 kr/kg.	Svårt att räkna hem det. Om materialet varit nytt hela tiden så hade det varit lättare. Hantering och jigg, har inte fått ihop det vid räkning. Hade kunnat vara mer intressant för balk. Är inte samma mängder, balken går åt mycket fortare. Mycket pengar som åker i containern på det viset.
31	Kostnad låta spont bli kvar i marken jämfört med att återvända		Runt 15 kr / kg kostar spont ut. Typ 8 kr innan Corona.
32	Ståltillverkare	Vitkovice	Vitkovice
33	Transportsätt av ny spont	Kommer oftast till lagret med lastbil. Om väldigt långa plank så tåg, men bökigt att organisera. Kostnadsmässigt tåg nog billigare, men bökigt och omständligt. Mycket planering krävs. Kanske möjligt att transportera från lager till Norrland om stora mängder. Har kört med tåg till Norrköping direkt, om nära projekt och tillgång till järnväg finns så är det möjligt.	
43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	Ja

44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	Ja
		Intervjuobjekt M, företag 3, ansvarig spont- och balklager	TOTAL intervjusummering
1	Beskrivning av intervjuobjekt	Produktionsledare spont och balklagret.	Totalt 13 st intervjuer är genomförda. Vid 2 av intervjuerna medverkade 2 respektive 3 personer. Totalt 16 personer har fått yttra sig under intervjuerna. 4 av personerna arbetar som geotekniker eller/och geokonstruktörer, 2 av dem är anställda på Trafikverket, 1 har eget geoteknikföretag, 1 arbetar hos en underentreprenör som genomför spontning. 4 st olika företag som utför spontning har medverkat.
2	Beskrivning av kunskap kring användning och återanvändning av stålspont	Jobbar inte med användning, ansvarig för återanvändning.	
3	Hur hanterar ni stålspont	Hyr ut, tvättar, renskar. Huvudlager samt ett mindre lager i annan del av Sverige. Kan också hyra ut externt till andra spontföretag, men sista åren svårt att få tag på och velat behålla det mesta själva.	Samtliga företag som utför sponting har en returhantering av stålspont. Processen liknar varandra i att det finns ett större lager där spont förvaras. Använd stålspont anländer till detta lager med lastbil, där tvättas sponten av med högtryckstvätt, skador skärs bort och stålsPonten läggs på lager i väntan på nästa projekt.

4	Anledningar till att spont lämnas kvar i mark	Blir kvarsittande om något byggts för nära. Skrotvärde så pass högt att alltid dyrare att låta sitta kvar.	Anledningar till att stålspont lämnas i backen är främst på grund av sättningar och vibrationer som kan skada omgivningen enligt samtliga intervjuobjekt som fått frågan ställd till sig. Andra samstämmiga anledningar till att spont blir kvar i marken är * litet projekt eller mindre projekt långt bort, etableringskostnad och kostnad för upptag>värde på stålspont * tillgänglighet, går inte att komma åt, exempelvis om något byggts nära efter. Andra enstaka svar att beakta är möjlighet/kostnad för avstängda spår, hyrestid överstiger kostnad för köp av projekt. Annat intressant som givits som svar är att spont som lämnas kvar alltid kapas 1,2 - 1,5 m under marknivå.
5	Återanvändningsgrad	12 meters kan säkert användas 5-6 gånger.	Något spridda svar, från 5-20 gånger till 5-10 år. 3 underentreprenörer svarar 5-7 gånger. I svaren antas en spontplanka av längden 10-12 m an återanvändningsgraden är i snitt. Detta skiljer sig mycket beroende på skador på spanten.
6	Val av typ av stålspont	PU 12 och PU 18. PU 12 vanligaste. Kan även ta in VL från annat projekt, PU och VL kompatibla med varandra.	Utöver en spontplankas geotekniska hållfasthet så måste plankan vara tillräckligt stabil för att klara av att tränga igenom den specifika geologin på platsen i fråga. Företag som har spont på lager har av praktiska skäl inriktat sig på 1-2 dimensioner som oftast är gångbara, dessa är främst VL 603 eller likvärdig PU12 men även VL 604/605 eller likvärdig PU16/18 fast i mindre utsträckning. VL och PU i samma dimension är kompatibla med varandra. Om det är speciell spont som krävs till ett projekt, som ej lagerförs så köps spanten in till projektet men inget företag som lagerför stålspont vill ha detta på lager utan då får projektet köpa och behålla. Om spont används som inte är lagervara kan dock konstruktioner optimeras och mindre mängd stål användas till just det projektet.

7	Maskiner och metoder för att driva ned stålspont i mark	Vibro används mest.	Vibrering(vibro) är den vanligaste metoden för att få ner profilerad stålspont i marken, 90-100 % använder denna metod. Movax är vanligaste, greppar från sidan. Modeller av Movax som används är SP-75V, SPH80-6. Movax monteras på grävmaskin, grävmaskin som används mestadels i branschen är Hitachi 350. Om Movax inte används är frihängande vibro från mobilkran ett alternativ. Flera företag har även geijderstyrda ABI maskiner, ett företag använder främst dessa maskiner. Det är hela maskiner som är tillverkade för ändamålet att vibrera ner stålspont. ABI TM-20 används. Andra metoder som sällan används är slagning eller silence piling. Till borrning av rörspond används kompressorer av olika storlek, beroende på rörstorlek, kan behöva använda flera stycken kompressorer. Beroende på storlek drar dessa 150-1000 l diesel / dag, två företag har svarat 250 och 400 l diesel /dag. 1 av 4 företag använder alltid HVO 100 till sina entreprenadmaskiner, 2 företag om krav ställs. Borriggen i sig håller bara i röret.
8	Metodens påverkan på stålspontens återanvändningsgrad	Klämskador från vibro beroende på chaufför. Även om drivet hårt.	Tryckning mest skonsam, vibro näst skonsammast och slagning minst skonsam mot sponten. Beror på maskinistens försiktighet och erfarenhet.
9	Möjliga åtgärder för att stålspont ska kunna återanvändas i större utsträckning	Handhavande vid körning av Movax.	Geotekniker på Trafikverket samt 1 företag förespråkar att riktig spontmaskin kan höja återanvändningsgraden av en plank. Ett företag har funderat över att använda en spont av grövre dimension mer frekvent, sett att dessa håller några extra hyresperioder i jämförelse med tynnre spont. Problematik med dyrare på grund utav mer stål / m samt dyrare transporter / m.
10	Neddrivningsmetodens påverkan av stålspont		Överväg att ta bort fråga. .
11	Användning av prefabricerade flera ihopsatta stålspont		Används ej
12	Återanvänds stålspont hos er	Ja	Alla företag som utför spontning återanvänder profilerad stålspont.

13	Hur ser returprocessen ut	Ganska mycket lera på spont, skrapas av med plog av eldriven lastare. Leran går på deponi som förorenad. Efter detta spolplatta med högtryckstvätt, vanligt vatten. Undersöker skador. Brännplatta för att kapa med gas, acetylenblandning. Lagar hål med svets. Allt vatten samlas upp i bassänger och renar vattnet själva. 5 m ³ vatten om dagen går åt. 4 timmars spolning. 1 av 25 behöver lagas ett hål. Renskårs från svetsar och liknande, blir på nästan varje. Projekt strax norr om Stockholm går till Sjövik. Norrland går till Bjästa, men det är inte mycket. Fulla lastbilar in och ut. Alla har Euro 6.	Returprocessen ser liknande ut för alla företag. Plank köps antingen in direkt till projekt och lagerförs sedan alternativt köps plank in direkt till lagret. Returanläggningar vid företagen finns i Västerås, Göteborg, Uppsala och Nykvarn. Projekt är koncentrerade till storstadsregionerna och Mälardalen. Spont hämtas och lämnas av 30 tons lastbilar. Finns företag som använder äldre lastbilar men främst euro 6 som används. Vanlig diesel om inget annat krav finns. Några mindre finns även i Norrland, men inte samma masshantering. Efter att ha använts en gång tvättas plank först med högtryckstvätt, enbart vatten, i vissa fall hetvatten. Effektiv spoltid varierar från 2,5-6 h / dag. Högtryckstvätt med 500 bar används av 2 företag. Vändning och hantering sker antingen med travers eller hjullastare. Efter detta skärs skadad spont bort, 1 företag använder eldriven plasmaskärare, 3 företag använder gas med acetylene/oxygen blandning. Antalet spontplank som behöver skäras varierar från var 4e till var 10e. Hål lagas med antingen gammal spont eller nytt stål och svetsas fast. Anläggningarna använder en mindre mängd el, främst till kontor.
14	Hur mycket stålspont hanterar ni vid återanvändning	30 000 m ² . Försöker ha 60 % uthyrt. Effektiv yta med spont 15 000 m ² . 10 meter långa. 83 st högar. 30 st i varje hög. 25-30 plank tvättas under en dag.	25-35 plank tvättas på en dag. Lagerhållning av spont av 750 till 10 000 ton. Hyresperiod 6-8 månader.
15	Återanvänds stålprodukter utöver stålsporten hos er	Balk men ska sluta köpa in. Ska lagras på mindre ställen runt om i Sverige, ska fortfarande återanvändas men inte i samma stora skala på anläggning som idag. Balk behöver skäras rent lite bara.	Hammarbandsbalk återanvänds. Hörnlås återanvänds. Behöver inte samma ombesörjning med tvätt, kan förvaras på annat ställe än returanläggningarna.
16	Möjlighet till att hantera återanvändning av andra stålprodukter	Inte diskuterat	2 företag har provat att dra upp rörspont men inte RD-vägg. Det går ganska bra, vibreras upp.
17	Hur stor del av sponten tas bort vid returprocessen	0.4 m	10-50 cm. Var 4-10 plank (se tidigare svar).
18	När återvinns stålspont i stället för att återanvändas	Bara när inte attraktiv längd längre.	I sällsynta fall glapp i lås, vriden plank.

19	Andra faktorer som påverkar återanvändningsgraden	Vriden plank är kasserad plank. Fläxskador 3-4 cm tas bort, vingarna viker sig utåt. Hyffsat vanligt, därav kommer upp i 0.4 m per plank. Fläkning i ändrar lika vanligt som annan skada.	
20	Allmänt minska miljöpåverkan vid användning eller returflöde		Premiera företag som arbetar aktivt med miljöarbete. Optimera konstruktionsberäkningar enligt både företag, konstruktörer och Trafikverket. Mera markundersökningar för att både optimera konstruktioner men också för att slippa transporter av onödigt lång spont. Kan då välja 7 m där det ska vara och 9 meter där det ska vara, inte bara ungefär 8 m. Inte välja borrade spont om verkligen inte behövs. Planerat för att återvinna eller återanvända innan projektet påbörjats. Välja entreprenadform så att företaget tjänar ekonomiskt på att slimma konstruktioner. Överdimensioneras till Trafikverket på grund utav att slippa lägga tid på möte och extra beräkningar enligt 1 företag. Ett företag har köpt in elektrisk påkran som fungerar bra, kanske finns liknande för stålspont, om inte nu så i framtiden.
21	Påverkar användning av injekteringsmassa upptag av stålspont?		Inget direkt problem.
22	För- och nackdelar u-spont respektive rörspont ur ett miljöperspektiv		Borrade rörspont eller RD-vägg används där det är blockig jord eller känslig omgivning (mindre vibrationer). Borrigg med kompressor tar även mindre plats vid etablering. Kan vara svårt att dra upp rörspont om nedborrade i berg och fastgjuten, dock inte provat. För glesspont med rör så är det möjligt att ta bort svetsade plåtar vart efter om inte igenfyllt. Profilerad spont är billigare och installeras fortare. Spont som lämnas kvar kapas 1,2 - 1,5 meter under marknivå. Rörspont kan användas för att VET kommer fungera. Robust metod som fungerar i alla fall. Rörspont borrar ner i berg, spontplank bara mot berg. Större hålrum efter rörspont om skulle dras upp.
23	Tid för att driva ner u-spont		20-25 krönmeter. 20-40 plank om dagen. Längden på sponten har ingen betydelse.
24	Tid för att dra upp u-spont		30-40 krönmeter per dag. Något snabbare upp än ner.

25	Tid för att borra och driva ner rörspont		20 st rör. 100-120 meter effektiv rörlängd. 50-60 effektiva meter.
26	Drar ni upp rörspont. Tid? Problem?		Ett företag som provat dra upp rörspont skulle räkna lika många upp som ner på en dag. 2 företag har provat dra upp rörspont, det går. RD-vägg borde gå om börjar från rätt håll, inget företag har erfarenhet av detta.
27	Tillgänglighet- och tidsperspektiv upptag av stålspont		Inga företag ser detta som ett problem.
28	Längd på kortaste stålspont som används	4 m.	3-4 m.
29	Möjlighet att svetsa ihop kortare bitar	Skulle kunna, men problemet när drar upp. Ned är nog inget problem. Smed kostar och beror på vilken tid det tar. Har provat att svetsa ihop och ska prova räkna där blir kvarsittande. Kan ibland släppa när drar upp, kan bli farligt. Kan inte återanvända ihopsvetsad. Men har det på tapeten.	1 företag gör detta och ser inget problem varken att dra upp eller ner. Kan bli problem att få ihop det ekonomiskt om många skarver, måste bli bra och tar tid. Ett företag är orolig för att ska släppa i skarv vid upptag och ser inte att det kan återanvändas.
30	Möjligt skära av rörspont nära botten		
31	Kostnad låta spont bli kvar i marken jämfört med att återvända	Väldigt få tillfällen då det är billigare att låta sitta kvar. Ska vara jättelång tid i sådana fall. Drar upp för även små projekt vad vet.	Offertpris på spont 14-17 kr/kg. Skrotpriser 20 % av detta. 25 000 - 50 000 kr att etablera, 30 000 - 35 000 per dag i maskin-, personal- och bränslekostnader.
32	Ståltillverkare	Arcelor. PU.	Vitkovice VL och Arcelor Mittal PU finns representarade.
33	Transportsätt av ny spont	Om köper in till lagret så tåg och sen lastbil därifrån. Billigare med tåg än lastbil, vill också helst köpa 18 meter och inte så många lastbilar som tar detta. Vanligast att ta till lagret innan projekt.	Tåg och lastbil. Ofta försäljare som bestämmer. Kanske möjligt att frakta med tåg längre sträckor i Sverige från lager.
34	Om ett mer hållfast stål skulle användas, skulle spont kunna användas fler gånger		För lite kunskap kring detta.
35	Läggs det tillräckligt med resurser på förberedande markundersökningar		Oftast inte. Skulle kunna bidra mycket till att optimera längder och ge slankare konstruktioner. Ingen som räknar på om det kan tjänas in på det viset. Kan vara upp till entreprenör om inte finns tillräckligt underlag, kan dock lika bra ta detta på ändring och tilläggsarbeten och få betalt för oförutsedda kostnader på det viset.

36	På vilka sätt kan det ställas miljökrav från Trafikverket (utöver bränsle, fordon)		Metoder, material m.m.
37	Vad behövs för att kunna ställa ett krav		Måste vara rimliga krav, får ej bli verkningslösa. Visa att det är möjligt. Kostnad vs miljönytta.
38	Vilka aktörer i en upphandling kan påverkas		Svårt att påverka längre än tillverkare. Skulle kunna påverka ända ner till tillverkare. Entreprenör måste kunna redovisa leverantörskedja. Kan inkluderas i upphandling att entreprenör ska berätta hur genomföra något och sedan kan det räknas in som poäng vid en eventuell vinst av upphandlingen.
39	Vilka produkter i en upphandling kan påverkas		Ta bort
40	Finns det idag miljökrav för metodval		Krav på sammansättning. Miljökrav ska inkluderas i material- och varukrav. Uppfylla funktion är prio 1. Miljökrav ofta åsidosatt. Kan finnas valbara krav i en upphandling, som då premieras, exempelvis återvunnet material.
41	Specifika miljökrav stål utöver miljövarudeklaration		Slå ihop med ovan.
42	Exempel: Möjligt att bestämma att rörspons ska dras upp för att återvinnas		Inte omöjligt. Först måste man veta om det är möjligt. Därefter måste det finnas en lämplig metod för det. Sen kan man ställa krav på återvinning.
43	Är det okej om jag kontaktar dig igen via mail för ytterligare frågor	Ja	Samtliga ja
44	Är det okej om jag använder informationen du gett här som källa i min rapport (Återkommer med summering av vad sagt ifall något misstolkats)	Ja	Samtliga ja