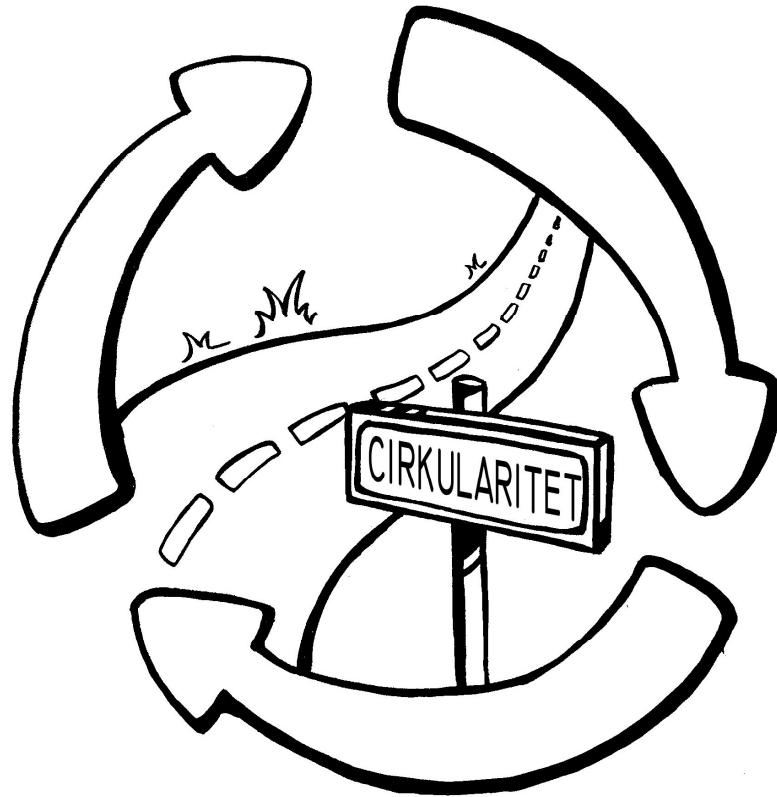




CHALMERS



Vägen till cirkularitet

Trafikkontorets möjligheter att öka resurshållningen i upphandlade projekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ISABELLE WILHSSON
LINNEA JAKOBSSON

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020
www.chalmers.se
Rapportnummer E2020:075

Rapportnummer: E2020:075

Vägen till cirkularitet

Trafikkontorets möjligheter att öka resurshållningen i upphandlade projekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ISABELLE WILHSSON

LINNEA JAKOBSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för Miljösystemanalys

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2020

Vägen till cirkularitet
Trafikkontorets möjligheter att öka resurshållningen i upphandlade projekt
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik
ISABELLE WILHSSON
LINNEA JAKOBSSON

© ISABELLE WILHSSON, 2020

© LINNEA JAKOBSSON, 2020

Rapportnummer E2020: 075
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon + 46(0)31-772 1000

Omslag:
Vägen till cirkularitet av Viola Jakobsson. Återgiven med tillstånd.

Göteborg, Sverige 2020

Vägen till cirkularitet

Trafikkontorets möjligheter att öka resurshållningen i upphandlade projekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ISABELLE WILHSSON

LINNEA JAKOBSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för Miljösystemanalys

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Bygg och fastighetssektorn har enligt Boverket (2019) en betydande roll i miljöpåverkan som uppstår i Sverige. En indikator som användes vid bedömningen var avfall. Enligt Boverket har avfall från byggverksamheter i Sverige ökat mellan år 2012 och 2016. Bygg- och anläggningssektorn skapade drygt 10 miljoner ton avfall vilket var drygt en tredjedel av Sveriges totala avfallsmängd. Många av bygg- och anläggningsarbeten sker på uppdrag av kommunala förvaltningar som har direktiv att öka återbruk och återvinning av material. En sådan förvaltning är Trafikkontoret i Göteborg som årligen lägger ut flera infrastrukturprojekt på entreprenad. Efter avslutat projekt diskuterar Trafikkontoret entreprenörens miljöplan och inrapporterad statistik i ett uppföljningsmöte. Statistiken är viktig för att skapa cirkulära materialflöden genom återbruk och återvinning. I dagsläget är det oklart hur stora materialflöden som återbrukas eller återvinnings eller om det alls förekommer

Syftet med examensarbetet är att undersöka Trafikkontoret möjligheter till att öka cirkulariteten i upphandlade infrastrukturprojekt.

Studien genomfördes genom att sammanställa statistik och inventera entreprenörernas avfallshantering av icke farligt avfall som schaktmassor, sopsand och betong. Det viktigaste resultatet var att cirkularitet är möjligt men att det krävs komplett statistik och tydligare instruktioner i upphandlingen av entreprenaderna. Studien är främst avgränsad till Trafikkontorets drift- och underhålls projekt i Göteborg.

Nyckelord: Avfall, avfallshantering, återanvändning, återvinning cirkulär ekonomi, cirkularitet, infrastruktur, infrastrukturprojekt, samhällsbyggnad.

The road to circularity

Trafikkontorets opportunities to increase the resource management in procured projects

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

ISABELLE WILHSSON

LINNEA JAKOBSSON

Department of Technology Management and Economics

Division of Environmental Systems Analysis

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

According to Boverket (2019), the construction and real estate sector has a significant role in the environmental impact that arises in Sweden. One indicator used in the assessment was waste. According to Boverket, waste from construction operations in Sweden increased between 2012 and 2016. The building and construction sector generated more than 10 million tons of waste, which was just over a third of Sweden's total waste. Many of the construction work is carried out on behalf of municipal administrations that have directives to increase recycling and recycling of materials. One such administration is the Gothenburg Traffic Office, which annually outsources several infrastructure projects. Upon completion of the project, the Traffic Office will discuss the contractor's environmental plan and reported static in a follow-up meeting. Statistics are important for creating circular material flows through recycling and recycling. At present, it is unclear how large material flows are recycled or recycled or if there is any at all.

The purpose of the degree project is to investigate the Traffic Office's opportunities to increase the circularity of procured infrastructure projects.

The study was carried out by compiling statistics and inventorying the contractors' waste management of non-hazardous waste such as excavation masses, sand and concrete. The most important result was that circularity is possible but that complete statistics and clear instructions are required in the procurement of the contracts. The study is mainly limited to the Traffic Office's projects in Gothenburg

Key words: Waste, waste management, reuse, recycling, circular economy, circularity, infrastructure, infrastructure projects, civil engineering.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VII
BEGREPP	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
2 CIRKULÄRA MATERIALFLÖDEN	2
2.1 Cirkulär ekonomi	2
2.1.1 Avfallshierarkin och avfallstrappan	2
2.1.2 Downcycle och Upcycle	3
2.1.3 Åter-aktiviteter	3
2.2 Avfallshanteringsmetoder	5
2.2.1 Asfalts- och betongåtervinning	5
2.2.2 Schaktmassor	6
2.2.3 Återvinning av sopsand	6
2.2.4 Materialåtervinning	6
2.2.5 Kompostering	7
2.2.6 Deponering	7
2.3 Trafikkontoret i Göteborg	7
2.3.1 Trafikkontorets kommunala uppdrag	7
2.3.2 Drift- och underhållsentreprenader	8
2.3.3 Investeringsprojekt	8
2.3.4 Lagstiftning	9
2.3.5 Handlingsplaner och program	10
2.3.6 Styrning i infrastrukturprojekt på trafikkontoret	10
2.3.7 Uppföljning av infrastrukturprojekt på trafikkontoret	11
2.3.8 Verksamheter som är jämförbara med trafikkontoret	11
2.4 Andrahandsmarknader	12
2.4.1 Värdefulla material i infrastrukturprojekt	12
2.4.2 Alelyckans kretsloppspark	12
2.4.3 Stengården	12
2.4.4 Returpall	13
3 METOD	14
3.1 Datainsamling	14
3.1.1 Litteratursökning	14
3.1.2 Statistik	15
3.1.3 Intervju	15
3.1.4 Enkätundersökning	16
3.2 Databehandling	16
3.2.1 Sammanställning av avfallsflöden	16

3.2.2	Sammanställning av intervju och enkäter	17
3.3	Avgränsningar	17
3.4	Analysstrategi	17
3.4.1	Tekniska förutsättningar för att skapa cirkulära materialflöden	17
3.4.2	Organisation för att skapa cirkulära materialflöden	17
4	RESULTAT	18
4.1.	Trafikkontorets avfallsflöden	18
4.1.1	Avfallsflöden, drift- och underhållsentreprenader	18
4.1.2	Avfallsflöden och ”farligt avfall”	19
4.2	Perspektiv från intervju	19
4.2.1	Inrapportering och uppföljning av data	19
4.2.2	Källsortering och återanvändning	20
4.2.3	Återanvändning och återvinning av asfalt och betong	20
4.3	Perspektiv från enkäterna	20
4.3.1	Entreprenörernas syn på inrapportering av data	20
4.3.2	Entreprenörernas syn på källsortering	21
4.3.3	Entreprenörernas syn på återanvändning	22
4.3.4	Entreprenörernas syn på återanvändning och återvinning av asfalt och betong	23
5	ANALYS	25
5.1	Tekniska förutsättningar för att skapa cirkulära materialflöden	25
5.1.1	Minska mängden avfall som går till deponi	25
5.1.2	Öka sorteringsgraden	26
5.1.3	Öka återanvändning	27
5.2	Organisation för att skapa cirkulära materialflöden i infrastrukturprojekt	27
5.2.1	Krav på återvinning	27
5.2.2	Inrapportering och uppföljning av avfallsdata	28
5.2.3	Teknisk Handbok	29
6	DISKUSSION	30
6.1	Skriftliga källor	30
6.1.1	Myndigheter och kommuners hemsidor	30
6.1.2	Branschorganisationer	30
6.1.3	Lagar	30
6.1.4	Rapporter	30
6.2	Metodkritik	30
6.2.1	Intervjuer och enkäter	30
6.2.2	Statistikinventering	31
6.3	Studiens bidrag	31
6.3.1	Tidigare kunskap, nuläget	31
6.3.2	Kunskapshål som studien fyllt i.	31
7	SLUTSATSER	33
8	REFERENSER	34

9	BILAGOR	36
9.1	Intervjufrågor Maria Aronsson	36
9.2	Enkätfrågor	37
9.3	Sammanställd avfallsdata	38
9.4	Sammanställd avfallsdata, farligt avfall	39

Förord

Denna rapport är ett examensarbete beställt av trafikkontoret i Göteborgs stad via Miljöbron för att undersöka hur trafikkontoret kan bli mer cirkulärt. Examensarbetet är om 15 högskolepoäng och skrivet på högskoleingenjörsprogrammet inom Samhällsbyggnadsteknik på Chalmers Tekniska Högskola.

Vi vill tacka trafikkontoret i Göteborgs stad för detta intressanta uppdrag och för all hjälp på vägen, speciellt tack till vår handledare på trafikkontoret Dalenda Netzén Attir och hennes kollegor på miljöenheten. Vi vill också tacka Miljöbron och Helena Callstam för smidig och bra förmedling av examensarbetet.

Tack till våra handledare Johan Tivander och Anna Nyström Claesson på Chalmers Tekniska Högskola för vägledningen och er smarta respons.

Vi vill till sist tacka varandra för ett bra samarbete och en rolig studietid.

Göteborg juni 2020
Isabelle Wilhsson
Linnea Jakobsson

Begrepp

Asfaltsgranulat - Förädlad (krossad) returasfalt.

Avfall - Ett ämne eller material som innehavaren avser göra sig av med eller är skyldig att göra sig av med (MB1998:808, 15 kap 1§).

Bortskaffning - Avser den bortskaffningssmetod som används, till exempel återvinning, deponering eller förbränning.

Deponering - Innebär att avfallet förvaras på ett långsiktigt säkert sätt och är en behandlingsmetod för avfall som inte kan eller ska återvinnas (Avfall Sverige, 2017)

Destruering – Metod för att förstöra farligt avfall och omvandla det till mindre farligt avfall.

Jungfruligt material - Nyproducerat material.

PAH – Polycykliska aromatiska kolväten, består delvis av cancerframkallande ämnen.

ppm – Parts per million.

1 Inledning

Avfall var en av indikatorerna i Boverkets utvärdering av Bygg och fastighetssektorn miljöpåverkan i Sverige (Boverket 2019). Avfallsmängderna från byggverksamheter i Sverige ökade mellan 2012 och 2016. Bygg- och anläggningssektorn skapade 2016 drygt 10 miljoner ton avfall vilket var en dryg tredjedel av Sveriges totala avfall när avfall från gruvindustrin var borträknat (SMED, 2016). De största mängderna av icke-farligt avfall var från jordmassor följt av mineraliskt och blandat avfall samt muddermassor. Den dominerande avfallshanteringsmetoden 2016 av bygg- och rivningsavfallet var som återanvändning som konstruktionsmaterial eller energiåtervinning. Totala mängden avfall i Sverige som deponerades var 3,2 miljoner ton (SMED, 2016).

Göteborgs stads mål är att till 2030 minska avfallet från stadens verksamheter med 30% jämfört med 2010 (Göteborgs Stad, 2018a) genom att skapa fler cirkulära materialflöden dvs. bättre användning av resurserna och samtidigt undvika avfall genom att minska onödigt spill (Göteborgs stad, 2020b). En cirkulär byggprocess skiljer sig från den linjära ekonomins modell där en produkt produceras, används och sedan slängs. I en cirkulär ekonomi skall materialet stanna kvar i kretsloppet genom till exempel återvinning eller återanvändning och så lite som möjligt låta materialet hamna på deponi (Göteborgs stad, 2020b).

1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka hur cirkulariteten kan öka i trafikkontorets upphandlade infrastrukturprojekt?

Syftet kan preciseras med frågeställningarna:

- Vilka avfallshanteringstekniker för återanvändning och återvinning är möjliga att i de olika projekten?
- Vilka tekniska förbättringsåtgärder är lämpliga för att öka cirkulariteten i trafikkontorets upphandlade projekt?
- Hur kan trafikkontorets organisation och styrning förbättras för att öka cirkulariteten i trafikkontorets upphandlade projekt?

Rapporten är avgränsad till att undersöka Trafikkontorets infrastrukturprojekt inom drift- och underhåll i Göteborgs stad. Den sammanställda avfallsdata analyseras för 2019. De avfallskategorier som analyseras är schaktmassor, asfalt, betong, sopsand och blandat- och brännbart avfall.

2 Cirkulära materialflöden

I detta avsnitt redovisas teori om cirkulär ekonomi, vilka infrastrukturprojekt som finns i en stad och vilka avfall som normalt uppstår från de olika projekten. Avsnittet består också av information om trafikkontorets verksamhet samt om återbruk genom andrahandsmarknader i Göteborg. Genomgående i rapporten används avfallshantering och bortskaffning parallellt. Avfallshantering används oftast i samband med avfall och användningen av principerna i avfallshierarkins och bortskaffning i samband med avfallshanteringsaktiviteter i drift- och underhållsprojekt. Med bortskaffningssätt menas om materialet går till återvinning, återanvändning, förbränning eller deponi

2.1 Cirkulär ekonomi

Linjär ekonomi är den traditionella modellen där produkten produceras, används och när den är obrukbar slängs den (Korhonen m.fl., 2017). I den linjära ekonomin används nya resurser vid varje ny produkttillverkning vilket inte är en hållbar modell. Den cirkulära ekonomin beskrivs vara en modell som bidrar med kretsloppsanpassade materialflöden och hållbar utveckling (Korhonen m.fl., 2017). Cirkulär ekonomi är ett aktuellt ämne i Europa och förväntas öka ekonomisk tillväxt, skapa nya arbeten, minska materialkostnader i projekt och samtidigt minska påverkan på miljön (Kalmykova m.fl., 2017).

Cirkulär ekonomi definieras som en modell där materialflöden cirkulerar i de tekniska systemen utan att hamna i biosfären med undantag för biologiskt nedbrytbart material (Kalmykova m.fl., 2017). Det definieras också som att den cirkulära ekonomin består av flera slutna kretslopp, så kallade closed-loops och skapas av till exempel återanvändning- och återvinningsaktiviteter. Genom att skapa en closed-loop behålls materialet i flödet och värdet på ett material behålls i omlopp (Kalmykova m.fl., 2017). Cirkulära aktiviteter kan vara återanvändning, återvinning eller att reparera en trasig produkt (Esposito m.fl., 2018). Samtidigt beskrivs också aktiviteter som att designa produkter för att bidra till enklare återvinning i de cirkulära aktiviteterna och att skapa en hållbar produktion med minskad miljöpåverkan.

2.1.1 Avfallshierarkin och avfallstrappan

Avfallshierarkin är en modell som beskriver hur avfall ska hanteras och prioriteras, den regleras i EU:s ramdirektiv om avfall och finns redovisad i Miljöbalken (MB) (Europaparlamentet, 2008, Miljö- och energidepartementet, 1998). I EU:s ramdirektiv finns angivet att avfall i första hand alltid ska förebyggas. När avfall behandlas ska detta enligt MB (1998:808, 15 §) ske enligt avfallshierarkin. Enligt avfallshierarkin ska avfallet i första hand förberedas för återanvändning, i andrahand materialåtervinnas, om detta inte är lämpligt ska det återvinnas på annat sätt och i sista hand bortskaffas, MB (1998:808, 15 §).

Ett annat sätt att beskriva avfallshierarkin är genom avfallstrappan (*Figur 1*). I avfallstrappan är det bästa alternativet att befinna sig så högt upp i trappan som möjligt (Göteborgs Stad, 2020b). Det översta steget i avfallstrappan är att förebygga avfall. Att förebygga avfall är viktigast att arbeta med eftersom avfall som inte uppstått inte heller kommer behöva tas omhand. Nästa steg är återanvändning följt av materialåtervinning, energiåtervinning och till sist deponering.



Figur 1. Avfallstrappan (Kretslopp och vatten, u.å.) Återgiven med tillstånd.

Avsteg från avfallshierarkin och avfallstrappan kan vara nödvändig i vissa fall på grund av miljö, tekniska eller ekonomiska aspekter (Avfall Sverige, 2017). Dessa avsteg kan vara nödvändiga i byggindustrin där till exempel ett materials ursprungliga bärighet inte längre finns kvar och det kanske inte är möjligt att återanvända. I sådana fall kan det vara nödvändigt att gå nedåt i avfallshierarkin. En annan anledning till att ta avsteg från avfallshierarkin och avfallstrappan kan vara om materialet innehåller miljöfarliga ämnen och klassas som farligt avfall. Då får materialet inte återanvändas eller materialåtervinnas utan måste deponeras eller destrueras (Avfall Sverige, 2017).

Inom byggindustrin sker hanteringen av avfall oftast i de nedersta trappstegen och återanvändning av byggprodukter är låg (Miliute-Plepiene m.fl., 2020). För att minska avfall ska man gå uppåt i avfallstrappan och på så sätt öka de cirkulära flödena. Byggavfall skulle i större utsträckning kunna återanvändas och det är kommunernas ansvar att utveckla lösningar och möjligheter för att skapa förutsättningar för återvinning (Miliute-Plepiene m.fl., 2020). Det finns svårigheter i sortering av bygg- och rivningsavfall som ofta kan vara tidsbrist och begränsat utrymme på arbetsplatserna (Almasi m.fl., 2018b).

2.1.2 Downcycle och Upcycle

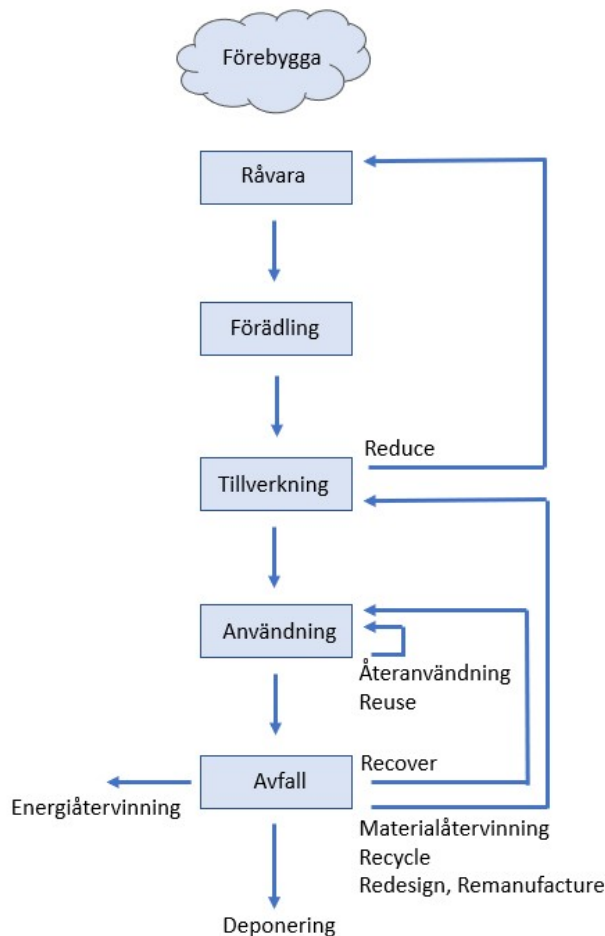
När materialet eller produkten återvinns påverkas originalprodukten på olika sätt beroende på materialet och vilken metod som används. *Downcycle* innebär att ett material används för att tillverka ett nytt material med konsekvensen att materialets funktion är sämre än ursprungsfunktionen. I exemplet pappersåtervinning försämras papprets kvalitet för varje gång det materialåtervinns. När betong krossas och används som vägmateriel sker *downcycling*, vilket kan betraktas som onödigt eftersom materialet istället kunde behållit sitt högre värde i sin ursprungliga form (Worrell & Reuter, 2014). Ett återvunnet material med högre kvalitet än ursprungsmaterialet kallas det *upcyclingt*. t.ex. en produkt återanvänds genom att den repareras. Det är bättre att återanvända eller reparera en produkt eftersom det sparar energi. Upcycling är att föredra men kan vara svårare i byggindustrin (Oyenuga m.fl., 2017).

2.1.3 Åter-aktiviteter

I en produkts livscykel finns möjlighet att skapa återvinningsflöden för att behålla materialet i flödet (figur 2). Inom cirkulär ekonomi finns det sex metoder som är framtagna för att initiera

den cirkulära modellen i praktiken, så kallade åter-aktiviteter som på engelska beskrivs som de sex R:en (Jawahir & Bradley, 2016). De sex R:en står för *Reduce*, *Reuse*, *Recycle*, *Recover*, *Redesign* and *Remanufacture*. Metoderna kan en produkt användas över flera livscyklar och resurserna behålls i de cirkulära flödena.

I *Reduce* minskar resursanvändningen i tillverkning och att reducera de utsläpp som blir till följd av produktionen av en ny produkt. Metoden fokuserar på de tre första stegen i livscykeln, råvaruutvinning, förädling och tillverkning. *Reuse* står för att återanvända en produkt antingen som intakt produkt eller som enskilda delar. Återanvändningen sker efter att produkten har passerat hela sin livscykel och kan då återanvändas i ännu en cykel. *Recycle* innebär att återvinna genom att ett material eller en produkt som inte längre går att använda kan bli råmaterial för ett nytt (Jawahir & Bradley, 2016).



Figur 2. Visar de sex R:en baserade på Jawahir och Bradleys modell (2016) och avfallstrappan.

Recover innebär att återställa en produkt som inte längre går att använda genom att plocka isär en produkt, rengöra eller reparera. Inom byggindustrin kan demontering förekomma vid till exempel rivning där man plockar isär en byggnad som är i slutet av sin livscykel. Detta för att sedan återställa en del av dess komponenter för att använda på nytt. *Redesign* betyder att man omarbetar designen för en produkt så att det går att använda det återvunna materialet eller ta tillvara på använda komponenter i den nya produkten. För att detta ska vara möjligt kan det krävas en omarbetad design av produkten som är anpassad för ändamålet. *Remanufacture*

innebär däremot att ombearbeta en använd produkt genom att återställa den till sin ursprungliga form utan att den förlorar sin tänka funktion (Jawahir & Bradley, 2016).

Ett annat sätt att arbeta för att minska materialets miljöpåverkan är att arbeta med en strategi som förespråkar att avfall och föroreningar aldrig ens skapas (Borland m.fl., 2016). De kallar det för en transformationsstrategi där företaget behöver arbeta för en förändring i organisationen för att nå en ökad cirkulär ekonomi. De beskriver en modell med fem R som står för *Rethink*, *Reinvent*, *Redesign*, *Redirect* och *Recover* (Borland m.fl., 2016).

Rethink står för att ändra tankesättet om en produkts funktion och syfte (Borland m.fl., 2016). Genom produktens tänkta funktion kan den anpassas för att passa in i en cirkulär ekonomi men fortfarande behålla sitt syfte. *Reinvent* handlar om att skapa utrymme för nytänkande där det tillåts att ta fram nya idéer. *Redesign* beskrivs som att omarbete en produkt så att den består av material som kan ingå i en closed-loop. *Redirect* innebär att det i slutskedet av en produkts livscykel finns två olika vägar för avfallet att ta. Den ena vägen beskrivs vara den där materialet går tillbaka till produktionen genom en closed-loop eller att det är biologiskt nedbrytbart. Vägarna är viktiga att hålls isär för att finna möjligheter för att återvinna produkten. *Recover* innebär ett oändligt slutet kretslopp där materialet och delar av materialet behålls i den cirkulära ekonomin (Borland m.fl., 2016).

2.2 Avfallshanteringsmetoder

Nedan redovisas metoder för att avfallshandera fraktioner (bortskaffning) från infrastrukturprojekten. De största fraktionerna i infrastrukturprojekt är asfalt, betong, schaktmassor, sopsand och blandat- och brännbart avfall.

2.2.1 Asfalts- och betongåtervinning

Stora avfallsfraktioner är asfalt och betong. Miljöpåverkan från asfalt är främst från gammal asfalt och klimatpåverkan. Gammal asfalt kan innehålla tjära i bindemedlet bitumen. Tjäran kan innehålla PAH som är miljö och hälsofarligt och som bidrar till att det blir svårare att återvinna asfalt (Svenska miljöinstitutet, 2010). Asfalt kan klassas som farligt avfall beroende på halten PAH, polycykliska aromatiska kolväten som är en ämnesgrupp som innehåller flera ämnen som är cancerframkallande (Vägverket, 2004). Asfalt med PAH mellan 300 ppm och 1000 ppm (parts per million) skall sorteras som farligt avfall. PAH halter under 1000 ppm får återanvändas med restriktioner och att halter under 70 ppm får återanvändas fritt inom trafikprojekt (Göteborgs stad, 2019a).

Ett sätt att minska klimatpåverkan från asfalt är att använda återvunnen asfalt i tillverkningen av ny asfalt (Vägverket, 2004). Återvinningen kan ske vid ett återvinningsverk eller genom ett mindre mobilt återvinningsverk direkt på byggarbetsplatsen. Det finns olika metoder för asfaltåtervinning kall-, halvvarm- och varm återvinning. I kallåtervinning värmas massan inte upp som sparar mycket energi. I halvvarmåtervinning värms materialet upp till 50-80 °C. Vid kall- och halvvarmåtervinning blandas asfaltsgranulat med stenmaterial, vatten, nytt bindemedel och tillsatsmedel som sedan kan läggas ut på vägar på nytt. I varm återvinning tillsätts asfaltsgranulat till nyttillverkad asfalt (Vägverket, 2004).

I varm återvinning av asfalt kan kvalitet och livslängd påverkas negativt för att den iblandade returafaltens egenskaper redan har blivit påverkats av tidigare trafik och miljö vilket kan leda till att dess bindemedel har hårdnat eller stenmaterialet krossats (Vägverket, 2004). Vid inblandning av under 20-25% återvunnen asfaltsgranulat påverkas inte asfaltsmassans egenskaper nämnvärt (Ulmgren & Lundström, 2004). Hur gammalt asfaltsmaterialet är påverkar asfaltsmassans funktion men när andelen återvunnet asfaltsmaterial är under 20% har den återvunna afaltens egenskaper inte stor betydelse (Vägverket, 2004).

Rivningsbetong kan återvinnas som fyllnadsmaterial eller som ballast (Svensk betong, u.å.). När betong återvinns måste eventuell armering friläggas vid krossningen av betongen. Armeringen kan smältas ner och återanvändas som ny armering. Betong som krossas och används som fyllningsmassor kan användas i underbyggnad och obundna överbyggnadslager i väg och till exempel bullervallar. Betong som återvinns som ballast kan bli ballast i ny betong. Att återvinna betong som ballast förutsätter att den är av god kvalitet ur tekniskt perspektiv och att betongen inte innehåller farliga ämnen till exempel brandskydd eller skumplast från tidigare konstruktion (Svensk betong, u.å.).

2.2.2 Schaktmassor

Vid anläggningsarbete kan det uppstå stora mängder jord- och bergmassor som schaktas (grävs) bort, dessa kallas schaktmassor (Svenska geotekniska institutet, 2019). Schaktmassor kan återvinnas som massor i nya projekt eller samma projekt. Vid återvinning av schaktmassor måste materialets tekniska egenskaper, föroreningsgrad och regelverk tas hänsyn till. Det kan i många fall vara komplicerat att återvinna med hänsyn på schaktmassornas tekniska egenskaper. Om schaktmassorna är förorenade kan de återvinnas om föroreningen går att behandla. Om det ingår att behandla massorna deponeras dem. (Svenska geotekniska institutet, 2019).

2.2.3 Återvinning av sopsand

Under våren sopas sand upp på stadens gator efter halkbekämpning i Göteborg, sopsanden består främst av krossat berg (Magnusson m.fl., 2019). Sedan görs underhållssopning för att sopa upp material längs med vägkanter och vid brunnar. Sopsanden består av silt, sand och grus men också skräp, löv och slitage från däck, vägbeläggning och bromsar. I sopsanden finns mikroplaster som gör att det är nödvändigt att återvinna den genom tvättning för att kunna använda den på nytt (Magnusson m.fl., 2019).

Stockholms Stad har tillsammans med Peab Drift- och underhåll har utfört ett försök att rena sopsand där de lät uppsopad sand siktas för att få bort skräp och sedan tvättas för att göras ren (Miljöförvaltningen, 2013). Det beskrivs vara ett lyckat försök och att det finns goda möjligheter för att rena sopsand. Det finns svårigheter, t.ex. att anläggningen där sopsanden renas och siktas ligger en bit utanför Stockholms stad och att det därmed krävs långa transporter. En annan svårighet är mellanlagringen av den renade sanden mellan halkbekämpningssäsongerna eftersom sanden kräver en stor lagringsyta.

I Göteborg mellanlagras sopsanden på olika ställen innan entreprenören väljer om den ska skickas till avfallsanläggning eller om den ska tvättas och siktas (Magnusson m.fl., 2019). Vilka ställen sopsanden lagras på framgår inte av rapporten och är inte känt. Det anges att det är entreprenörens ansvar att enligt avtal ta hand om den uppsopade sanden och hur den ska bortskaffas. I Göteborg finns en tvättanläggning på Vikan som ägs av Skanska där de tvättar grus och sand (Tyllgren, 2012).

2.2.4 Materialåtervinning

I materialåtervinning behandlas avfallet och blir nya produkter vilket minskar mängden jungfruligt material vilket sparar energi och på så sätt är bättre för miljön (Avfall Sverige, 2019b). Förpackningsmaterial omfattas av producentansvar vilket innebär att producenterna av förpackningarna är skyldiga att anordna insamling- och återvinningssystem för förpackningarna och även att de måste rapportera in statistik till Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2019). Statistiken gör att Naturvårdsverket kan ta fram materialåtervinningsgraden som är en procentsats som visar andelen förpackningar av ett visst material som återvinns. Glasförpackningar hade 2018 en återvinningsgrad på 93 %, Även pappers- och metallförpackningar har höga

återvinningsgrader på drygt 80 % medan plastförpackningar och träförpackningar har lägre återvinningsgrad på runt 50 % (Naturvårdsverket, 2019).

Siffrorna visar på hur lätt det är att återvinna ett visst material. Olika material återvinns olika vid återvinningscentraler eftersom det är olika lätt att återvinna olika material. Glas och metall kan återvinnas i princip hur många gånger som helst om de inte är förorenade medan plast är svårare eftersom det finns många olika plasttyper som inte separeras och produkter dessutom kan bestå av flera olika plaster. Wellpapp kan återvinnas till ny wellpapp 7-8 gånger (Avfall sverige, 2019b). I träåtervinningen beskriver statistiken både träförpackningar som förbereds för återanvändning och returpallar. Att träpallarna kan återanvändas flera gånger innan de materialåtervinns gör det svårt att mäta materialåtervinningen av trä (Naturvårdsverket, 2019).

2.2.5 Kompostering

Material som är biologiskt nedbrytbart kan rötas eller komposteras, detta ger energi och näring (Avfall Sverige, 2020). Biologiskt material kan vara matrester men mer aktuellt för denna rapport är trädgårdsavfall som kan uppstå i infrastrukturprojekt. Rötning innebär att förnyelsebar biogas av metan och koldioxid bildas som sedan kan användas som fordonsbränsle, elproduktion eller uppvärmning (Avfall Sverige, 2020). Rötning används för matavfall och slam och sker syrefritt (Sopor.nu, 2019). I kompostering bryts organiskt avfall ned med hjälp av mikroorganismer som bakterier och svampar tillsammans med syre. I kompostering bildas kompost som är bra vid plantering och jordförbättring. (Avfall Sverige, 2020)

2.2.6 Deponering

Deponering används endast när inget annat behandlingssätt är möjlig för förorenade massor (Riksdagen, 2001). Vad som får deponeras eller inte bestäms av deponiförordningen, till exempel får inte sorterat brännbart avfall eller organiskt avfall deponeras (Riksdagen, 2001). Deponi är helt enkelt att avfallet bara läggs på hög men detta kan leda till att regnvatten kommer i kontakt med avfallet och blir lakvatten som ofta är förorenat (Avfall Sverige, 2020). Detta förhindras med att deponier sluttäcks med flera lager av till exempel slam och jordmassor. Sedan deponiförordningen kom i kraft har deponeringen minskat och fler deponier i Sverige har sluttäcks. Gamla deponier där organiskt avfall deponerats kan avge deponigas bestående av bl.a metan, koldioxid, och kväve. Deponigasen är miljöfarlig och måste samlas in (Avfall sverige, 2019a).

2.3 Trafikkontoret i Göteborg

Trafikkontoret är en förvaltning i Göteborgs stad. Nedan finns information om trafikkontorets uppdrag, styrning och den lagstiftning och handlingsplaner som de tillämpar.

2.3.1 Trafikkontorets kommunala uppdrag

Trafikkontoret ansvarar för att utveckla Göteborgs stads stadsnät och utforma de offentliga rummen (Göteborgs Stad, 2020c). De ansvarar också för att investera i och underhålla stadens infrastruktur. Trafikkontoret har 420 anställda personer fördelat på 12 olika avdelningar. På avdelningen ”Samhälle” finns miljöenheten som ansvarar för miljöarbetet och stödjer verksamheten i miljö- och klimatfrågor. Utifrån de uppdrag och projekt trafikkontoret har så har miljöenheten en stödjande roll i miljöarbetet i infrastrukturprojekten (Göteborgs Stad, 2020c).

Trafikkontorets infrastrukturprojekt delas in i drift- och underhållsentreprenader och investeringsprojekt (Trafikkontoret, 2019). Under 2019 hade trafikkontoret totalt 29 stycken avtal för drift- och underhållsentreprenader och 25 stycken slutbesiktigade investeringsprojekt inom Göteborgs stad.

2.3.2 Drift- och underhållsentreprenader

Drift- och underhållsentreprenader hos trafikkontoret är planlagda och ofta återkommande arbeten under året (Trafikkontoret, 2020). Anledningen till att drift- och underhåll kallas entreprenader är för att Trafikkontoret upprättar avtal med entreprenörer som utför olika uppdrag under en period. Drift- och underhållsarbete sker ofta på entreprenad baserat på avtal med entreprenörer (Trafikkontoret, 2020). I tabell 1 finns en sammanställning uppdrag inom drift- och underhållsentreprenader och typ av avfall som förekommer i samband med underhåll i Göteborgs stad (Trafikkontoret, 2020).

Tabell 1. Visar uppdrag och vanligt förekommande avfall i drift- och underhållsentreprenader hos trafikkontoret i Göteborgs stad (Trafikkontoret, 2020).

Drift- och underhållsentreprenad	Beskrivning av uppdrag	Typiska avfall
Gatuunderhåll	Förvaltning av gator. Underhåll av beläggningar, räcken, trafikanordningar.	Asfalt, schaktmassor, betong, metallskrot, järnskröt
Gatuspår/ spårvägsanläggningar	Förvaltning och underhåll av räls, beläggning, vägmarkering	Kemikalier, metallskrot, järnskröt
Trafiksignaler	Förvaltning och underhåll	Kemikalier, ljuskällor
Belysning	Förvaltning av belysning	Ljuskällor, blyfärg, blymantalade kablar
Vinter och barbarksrenhållning	Vinterväghållning med snöröjning och halkbekämpning. Sopning och städning vid barmark	Sopsand, löv, ris, skräp så som pappermuggar, cigarettfimpar, plast
Klottersanering	Klottersanering	Farliga kemikalier
Byggnadsverk	Broar, stödmurar, kajer, bullerskärmar, bryggor och farleder	Asfalt, betong, trä, plast, wellpapp, schaktmassor
Tekniska system	Hissar, rulltrappor, oljeavskiljare, markvärme, avfuktare	Kemikalier, avfall från oljeavskiljare

2.3.3 Investeringsprojekt

Investeringsprojekt omfattar de projekt där en ny investering görs men som nödvändigtvis inte är en nyproduktion utan kan också vara en upprustning av till exempel ett torg (Trafikkontoret, 2019). En beskrivning av olika investeringsprojekt som avslutades under 2019 tillsammans med typiska material kopplade till respektive projekt redovisas i tabell 2. Tabellen är baserad på internt material från trafikkontoret (2019) med avslutade investeringsprojekt under 2019.

Tabell 2. Tabell 3. Visar investeringsprojekt hos Trafikkontoret i Göteborgs stad (Trafikkontoret, 2019).

Investeringsprojekt	Beskrivning av uppdrag	Typiska avfall
Gång och cykel (GC)	Kombinerade gång- och cykelbanor, pendelcykelbanor, gångbanor, cykelbanor	Asfalt, Schaktmassor
Kollektivtrafik	Busshållplatser, pendelparkeringar för bil och MC, cykelparkeringar, spårväg	Betong, asfalt, metallskrot, Schaktmassor
Gator, torg och ledningsarbeten	Gatu- och VA-arbeten, trottoarer, upprustning av torg, upprustning och utbyggnad av park	Gatsten, metallskrot, Schaktmassor
Bro och bullerskydd	Förlängning av bullerskärm, ny bullerskärm, brobyggnation	Schaktmassor, träavfall, betong
Övrigt	Stabiliseringsåtgärder, cirkulationsplats	Schaktmassor, betong

2.3.4 Lagstiftning

I EU:s ramdirektiv om avfall (2008/98/EG) finns åtgärder för att förebygga och minska de negativa följderna av avfallshantering med syfte att skydda miljön och människors hälsa. Det är också i EU:s ramdirektiv om avfall som det uppmuntras att använda avfallshierarkin (Europaparlamentet, 2008).

Som kommunal förvaltning skall Trafikkontoret verkställa och följa Miljöbalkens (SFS 1998:808) 15 kap är helt tillägnat avfall. Här beskrivs bland annat avfallshierarkin, hantering av avfall, producentansvar, kommunens ansvar och förbud. I miljöbalken 2 kap 5 § står även: "Alla som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd ska hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna att

1. minska mängden avfall,
2. minska mängden skadliga ämnen i material och produkter,
3. minska de negativa effekterna av avfall, och
4. återvinna avfall." (Miljö- och energidepartementet, 1998)

I avfallsförordningen (SFS 2011:927) finns bestämmelser om avfall och avfallshantering. Den behandlar områden som klassificering av avfall (avfallskoder), hantering av olika avfallstyper, farligt avfall och skyldigheter för insamling, anmälning, att föra anteckningar och rapportering (Miljö- och energidepartementet, 2011).

Utöver Miljöbalken finns i Plan och bygglagen, PBL, ett förtydligande att byggherren ansvarar för att upprätta en kontrollplan i bygg- och rivningsarbeten. I kontrollplanen ska anges hur hantering av farligt avfall sker samt hur övrigt avfall ska tas om hand på byggarbetsplatsen (Riksdagen, 2020).

2.3.5 Handlingsplaner och program

EU:s handlingsplan för den cirkulära ekonomin ”Att sluta kretsloppet - en EU-handlingsplan för den cirkulära ekonomin” är målet att skapa cirkulära materialflöden (Europiska kommissionen 2015). I handlingsplanen finns beskrivningar på hur övergången kan ske och vilket arbete kommissionen gör t.ex. främja hållbara produkter som genom att sätta krav vid utformning och design, utformning av avfallshierarkin och samordnar avfallshanteringen i EU. Bygg- och rivningsavfall finns även med som ett prioriterat område. (Europeiska kommissionen, 2015)

I EU:s ramdirektiv om avfalls finns krav på att alla EU-länder ska ha en avfallsplan och i Sverige har Naturvårdsverket tagit fram ”Att göra mer med mindre- Nationell avfallsplan och avfallsförebyggande program 2018-2023” (Naturvårdsverket, 2018). Den regionala avfallsplanen för Göteborgsregionen från 2020 kommer att ersättas av en ny för 2021-2030. Några förändringar i den nya avfallsplanen är att kommunerna förväntas förebygga avfall genom att alla arbetsplatser ska sortera sitt avfall och ge alla kommunala verksamheter möjlighet att återanvända produkter (Göteborgsregionen, 2019).

Göteborgs stad beskriver i det klimatstrategiska programmet att deras mål är att minska utsläpp av växthusgaser till en hållbar och rättvis nivå fram till år 2050 (Göteborgs stad, 2014). I programmet finns åtgärder, t.ex. skapa en resurseffektiv samhällsplanering, minska klimatbelastning från resor och transporter och skapa en effektiv energianvändning för att nå det målet. Dokumentet ska ge vägledning till Göteborgs stad när investeringar görs för att staden ska kunna nå målet. En strategi som nämns i klimatprogrammet för att minska utsläppen är att minska klimatpåverkan från byggnation, drift och underhåll av infrastruktur för transport (Göteborgs stad, 2014).

2.3.6 Styrning i infrastrukturprojekt på trafikkontoret

I Trafikkontorets avtal med entreprenörerna finns krav på hur avfall ska hanteras och i hur stor utsträckning sortering minst måste ske. Kraven finns beskrivna i Trafikkontorets ”Teknisk Handbok” (Göteborgs Stad, 2018c). Det får inte ske några avsteg från Teknisk Handbok utan att Trafikkontoret har godkänt det.

I Teknisk Handbok finns avsnitt som handlar om entreprenörernas uppdrag och ansvar. Entreprenören behöver upprätta en miljöplan och rapportera tillbaka avfallsmängder. I Teknisk Handbok finns också anvisningar för hanteringen av farligt avfall och tjärasfalt. När entreprenören är upphandlad ska miljöplanen lämnas in av entreprenören senast två veckor efter startmöte i varje projekt (personlig kommunikation). Miljöplanen behandlar dels hur massor, avfall och farligt avfall ska hanteras. Entreprenören ska i miljöplanen beskriva sin avfallshantering och hur de arbetar för att minska avfall och farligt avfall (Göteborgs stad, 2020a). Till miljöplanen hör också bilagor där *Bilaga 3. Förteckning över avlämnat avfall* och *Bilaga 4. Förteckning över farligt avlämnat avfall* berör avfall.

Efter avslutat projekt förväntas entreprenörerna fylla i Bilaga 3 och Bilaga 4. Bilagorna är ordnade efter Naturvårdsverkets uppföljning av avfall dvs EWC-kod, mängder (ton), transportör, mottagare, anläggning för slutligt omhändertagande samt bortskaffnings- eller återvinningsförfaranden (deponering, förbränning, kompostering, återvinning) (Göteborgs stad, 2020a). EWC-koder är ett sätt att kategorisera olika avfallstyper. Koden är sexsiffrig och i avfallsförordningen går att se vilken kod som tillhör vilken avfallstyp. Till exempel är allt avfall angivna med koden 070213 är plastavfall (Miljö- och energidepartementet, 2011).

Teknisk handbok har också anvisningar om farligt avfall och återvinning av asfalt. I avsnitt 12AF4 ”Avfall och farligt avfall” anges att avfallshanteringen ska följa avfallstrappans

prioriteringsordning samt att hanteringen av farligt avfall ska följa miljöförvaltningens faktablad om farligt avfall (Göteborgs Stad, 2019). Lägsta andelen återvunnen asfalt i ny asfalten är minst 10 %. Om ett projekt använder mindre än 10 % återvunnen asfalt sker ekonomisk reglering genom vite. I Teknisk Handbok står även att uppgrävd och bortfräst asfalt ska återvinnas eller mellanlagras i väntan på återvinning (Göteborgs Stad, 2018b). I Teknisk Handbok finns en bilaga som förklarar hur tjärasfalt ska hanteras (Göteborgs stad, 2019a).

2.3.7 Uppföljning av infrastrukturprojekt på trafikkontoret

Uppföljningen av ett projekt dvs. kontrollen av hantering av farligt avfall och att övrigt avfall sker enligt avtalet med entreprenör genomförs i miljörevisionerna av Trafikkontorets miljöhandläggare på Miljöenheten (personlig kommunikation). I samband med uppföljningen har miljörevisorerna kontrollerat hur avfallshanteringen genomförts genom att kontrollera innehållet i containrar. Besöket på byggarbetsplatsen jämförs med entreprenörens miljöplan från starten av projektet. Ett stöd i miljörevisionen är det interna dokumentet *checklista för miljörevisioner (personlig kommunikation)* och innehåller:

- Hur hanteras avfallet, vilka avfallsfraktioner sorteras ut?
- Hanteras farligt avfall skilt från övrigt avfall?
- Förvaras farligt avfall i särskilt utrymme eller på särskild plats där eventuellt spill eller läckage inte kan nå avlopp, dagvattennät, vattenrecipient eller genomsläpplig mark?
- Finns uppgifter om mängd, transportör och mottagare i fall då farligt avfall uppkommit och omhändertagits?
- Har transportdokument inhämtats före borttransport av farligt avfall?
- Har transportörer och mottagare av farligt avfall vederbörliga tillstånd?

2.3.8 Verksamheter som är jämförbara med trafikkontoret

Trafikverket har ett dokument med gemensamma miljökrav tillsammans med Malmö stad, Stockholms stad och Göteborgs stad. Fokus i dokumentet ligger på materialet som används vid byggnation och fordonen som används (Trafikverket, 2017). Dokumentet nämner inget om vilken policy som finns för avfall. Utöver detta dokument kan inte information om trafikverkets eller Malmö stads avfallshantering i projekt hittas öppet på deras hemsidor.

Det går att jämföra den styrning och uppföljning som trafikkontoret i Göteborgs stad har med den som trafikkontoret i Stockholms stad har t.ex., fraktioner, inrapporteringskrav och återvinning. De är i många fall lika när det kommer till vilka fraktioner som ska sorteras. Stockholms stad har mer exakta krav på hur många procent som får gå till deponi och hur många procent som måste materialåtervinnas (Stockholms stad, 2019). Stockholms stad har krav på att mineralull och gips alltid ska sorteras ut oberoende av hur det sen ska bortskaffas. Stockholms stad har krav på inrapportering av data och avsteg från fraktionskraven. I ett avsteg från fraktionskraven skall avsteget motiveras, redovisas hur avfallet sorteras och tas omhand och hur data samlas in och sammanställs. Stockholm har dessutom krav på att om inte entreprenören följer kraven utför beställaren detta på entreprenörens bekostnad (Stockholms stad, 2019). Trafikkontoret i Göteborg har också krav på att entreprenörerna ska inrapportera data men däremot saknas uppföljning och konsekvenser för entreprenören om datan inte rapporteras in (personlig kommunikation).

2.4 Andrahandsmarknader

Återbruk av byggnadsmaterial i Göteborg kan ske genom att besöka en återbruksstation. Där finns möjlighet att lämna in överblivet eller använt material, vilket ofta kan ske utan kostnad. Sedan finns också möjlighet att köpa begagnat material på plats.

2.4.1 Värdefulla material i infrastrukturprojekt

De material som kan betraktas som värdefulla är de som är eftertraktade att återanvända för flest personer vilket baseras på det utbud som återbruksstationer har (Miliute-Plepiene m.fl., 2020). Exempel på värdefulla material är gatsten, tegel, virke och stenmaterial. Material som inte är lika eftertraktade finns inte hos återbruksstationer och är därför mindre tillgängliga. Mindre värdefulla material är de som inte fanns med i utbudet hos återbruksstationerna vilket är schaktmassor, asfaltmassor och betongrester (Miliute-Plepiene m.fl., 2020).

För att använda återbruk i infrastrukturprojekt krävs att material som behövs för de olika projekten går att få tag på. I infrastrukturprojekt används ofta asfalt, betong och schaktmassor som alla kan betraktas som mindre värdefulla material som därmed är svårare att få tag på hos återbruksstationerna. Däremot är gatsten ett värdefullt material som är enklare att hitta på andrahandsmarknaden och är då lättare att återanvända.

2.4.2 Alelyckans kretsloppspark

I Göteborgs stad finns i dagsläget en kretsloppspark, Alelyckans kretsloppspark (Göteborgs stad, 2020c). Kretslopp och vatten i Göteborgs stad administrerar Alelyckans kretsloppspark. De uppskattar att insamlingen till återbruket är ca 400 ton per år. Återbruket får inte bara sitt material från sorteringshallen utan också från närliggande återvinningscentraler, rivningsföretag, byggföretag och privatpersoner (Avfall Sverige, 2019).

Alelyckans kretsloppspark har flera anläggningar, en sorteringshall, återvinningscentralen, återvinningsstationen och affärsverksamhet. Avfallet anländer till sorteringshall där farligt avfall och saker som går att sälja eller återanvända sorteras ut. I återvinningscentralen sorteras grovavfall, till exempel möbler, madrasser och porslin och i återvinningsstationen främst förpackningar. På området finns också tre affärer Stadsmissionen, Returhuset och Återbruket, dit utsorterat avfallet som går att sälja säljs. Stadsmissionen är en secondhandaffär för kläder, böcker och porslin. Returhuset har café och renoverar bland annat cyklar och gör nya saker av återvunna och ekologiska material. På Återbruket säljs byggmaterial och inredning som kan återanvändas har bland annat takpannor, tegelstenar, fönster, dörrar och toaletter men utbudet varierar (Göteborgs stad, 2020c).

Byggföretagen lämnar in oanvända material om de beställt för mycket till ett projekt. På Alelyckans kretsloppspark behöver man inte betala för att lämna avfall till Återbruket men behöver betala om man lämnar det till återvinningscentralen. Det skulle vara bra för stadens avfallshantering om fler bygg- och rivningsföretag använde Alelyckans kretsloppspark (Avfall Sverige, 2019).

2.4.3 Stengården

Trafikkontoret har också ett förråd hos Park- och Naturförvaltningen för stenmaterial som kallas Stengården och finns på flera platser i Göteborg (Göteborgs Stad, 2020a). På Stengården finns olika sorters gatsten, kantsten och hållar Stenen sorteras ibland efter färg och storlek. En projektör, projektledare eller uppdragsledare inom ett projekt för trafikkontoret kan beställa sten från Stengården. Till Stengården lämnas befintligt stenmaterial som inte återanvänds där det brukade ligga, det är trafikkontorets entreprenörer som lämnar materialet (Göteborgs Stad, 2020a).

2.4.4 Returpall

Ett annat sätt att arbeta med återbruk är att använda returpall, det är ett system för att återanvända byggpallar som finns i branschen (Byggpall, u.å.). Systemet funkar som ett pantsystem där leverantören av material köper en returpall av ett pallföretag och fakturerar sedan kunden som efter användning säljer pallen tillbaka för ett något lägre pris till pallföretaget. Detta ökar cirkulariteten eftersom byggpallarna i annat fall skulle återvinnas eller bortskaffas (Byggpall, u.å.).

3 Metod

Arbetet har genomförts genom att utföra en datainsamling genom litteratursökning, insamling av avfallsstatistik, intervjuer och enkätundersökning. Sedan utfördes en databehandling där det gjordes en sammanställning av avfallsflöden samt en nulägesbeskrivning.

3.1 Datainsamling

Datainsamlingen bestod av en litteratursökning, insamling av avfallsstatistik samt intervjuer och en enkätundersökning.

3.1.1 Litteratursökning

Litteratursökningen har gjorts för att redogöra för begreppet cirkularitet samt för lagar, strategier och mål som är relevanta för trafikkontoret. Litteratursökningen gjordes också för att få mer kunskap om hur avfallshanteringen i infrastrukturprojekt kan gå till, detta för att komma fram till förslag på åtgärder och förbättringsområden.

De lagar som använts och ligger till grund för avfallshanteringen för verksamheter som trafikkontoret är hämtade ur myndighetsdatabaser. *Miljöbalken SFS(1998:808, 15 §)*, *Avfallsförordningen* och *Plan- och bygglagen* hämtades från Riksdagen medans *EU:s ramdirektiv* hämtades från Europaparlamentet. Den nationella avfallsplanen som ligger till grund för kommunernas avfallsplaner och klimatstrategiska program hämtades på Naturvårdsverkets hemsida. För att söka kunskap kring det nationella arbetet med cirkulär ekonomi och vilka riktlinjer som finns för att arbeta med den modellen hämtades *EU:s handlingsplan* från Europaparlamentets hemsida.

Litteratursökning har också innehållit kommunala hemsidor där den mesta litteraturen som använts är offentlig. Kommunala offentliga dokument som berör avfallshanteringen i staden hämtades från Göteborgs kommun, vilket var den regionala avfallsplanen som gäller 2020-2023 och Göteborgs klimatstrategiska program. Även Teknisk Handbok är offentlig handling hämtades från Göteborgs kommun. I Teknisk Handbok har också tillhörande bilagor till exempel *miljöplanen*, *krav på asfaltsbetong med avseende på återvinning* och *miljöförordningens faktablad* har använts. Genom att söka på "trafikkontoret" på Göteborgs kommun användes information om hur trafikkontorets organisation är uppbyggd och vilka projekt i staden de ansvarar för.

En del av den insamlade litteraturen har vi fått av kontaktperson Dalenda Netzen på trafikkontoret eller Göteborgs stads intranät. Dokumenten är inte offentliga men vi har fått tillstånd att använda vissa dokument i rapporten, dokumenten är *avslutade projekt*, *identifiering av miljöaspekter stadens anläggningar* och *checklista för miljörevision*.

Litteratursökning gjordes även för att redogöra för begreppet cirkulär ekonomi genom att söka information genom databasen ScienceDirect där sökorden "circular economy", "closed loop", "circular economy development", "circular economy strategy" och "concept" använts. För litteratursökning om de sex återaktiviteterna användes databasen ScienceDirect tillsammans med sökorden "circular economy" och "6R". Samt har boken *Handbook of Recycling* använts från Chalmers Bibliotek.

Branschorganisationen Avfall Sverige har även använts i litteratursökningen för att hitta rapporter om bygg- och rivningsavfall, den har också använts för att söka på olika avfallsbehandlingsmetoder så som "deponering", "materialåtervinning" och "biologisk återvinning" för att se hur dessa går till. Rapporter som berör bygg och rivningsavfall har också hämtats från IVL

Svenska Miljöinstitutet och där har sökorden ”ökad sortering” och ”ökad återanvändning” använts.

En undersökning har även gjorts på hemsidor för andra städer och organisationer att jämföra Göteborgs stads arbete med cirkularitet med deras. Dessa sidor innefattar Stockholms stads och Malmö stads samt trafikverkets hemsida. Där har sökord så som ”avfall”, ”avfallshantering i projekt” och ”avtal med entreprenör” använts.

3.1.2 Statistik

Trafikkontoret samlar årligen in statistik på avfallsmängder från deras drift- och underhålls-entreprenader från entreprenörerna, i denna rapport finns statistik från entreprenader slutförda 2019. Statistiken är ingen offentlig information och har givits ut av trafikkontoret genom en lista med allt avfall från 2019. I investeringsprojekten är datainsamlingen inte lika etablerad och trafikkontoret har inte lika mycket statistik från de projekten. Insamling av samtliga inrapporterade avfall har gjorts och även hur stor andel som inte rapporterat in sitt avfall både i investeringsprojekten och drift- och underhållsentreprenaderna.

En komplett inrapportering innehåller avfallsslag, mängd, transportör, mottagare och bortskaffningssätt samt EWC-koder som finns i avfallsförordningen. Inrapporteringen sker genom att fylla i bilaga 3 som finns i Teknisk Handbok, se figur 3.

Bilaga 3. Förteckning över avlämnat avfall						
Entreprenad:						 Göteborgs Stad Version 2020-01-02
Entreprenadtyp (bygg, drift, funk):						
Geografiskt område:						
Entreprenör:						
Projektledare/planeringsledare:						
Bygglidare:						
Tidsperiod:						
Avfallsslag	EWC-kod	Mängder (ton)	Transportör	Mottagare	Anläggning för slutligt omhändertagande	Bortskaffnings- eller återvinningsförfaranden (Deponering, förbränning, kompostering, återvinning,

Figur 3. Visar förteckning över avlämnat avfall som återfinns i Teknisk Handbok.

En kartläggning av bristen på inrapportering av avfallsmängderna har gjorts genom att beräkna hur stor andel som inte rapporterat in i förhållande till hur många som förväntats göra det. Ursprunget av datan har också undersökts genom att undersöka hur datainsamlingen går till och vem som samlat in den.

3.1.3 Intervju

En intervju utfördes med Maria Aronsson som är miljöhandläggare och jobbar på trafikkontorets miljöenhet med projektupphandling av avfallsfrågor t.ex. återvunnen asfalt i projekten, lagring av återanvändbara material byggarbetsplatsens arbete med avfallshantering och uppföljning på arbetsplatserna. Intervjun genomfördes i mitten av examensarbetet när litteraturstudien och datasammanställningen var påbörjad. Intervjun kompletterades i slutet av projektet med ytterligare frågor som berörde analysen.

Syftet med den intervju som gjorts är att komplettera den information som litteratursökningen gett. Syftet med intervjun är också att få kunskap om hur trafikkontoret arbetar med

avfallsfrågor i projekten, hur de hanterar avfall på byggarbetsplatserna, vad som görs med avfallet och hur Trafikkontoret arbetar vid upphandling av projekt. Intervjun var tänkt att göras som ett personligt möte men på grund av covid-19 utbröttet utfördes den online via zoom. Intervjufrågorna finns i bilaga 9.1 och berörde områdena trafikkontoret arbete, kravprofil på entreprenörerna och trafikkontoret arbete med återanvändning. Intervjun var främst ett komplement till litteraturstudien och datasammanställningen. Samtalet spelades in och transkriberades i efterhand.

3.1.4 Enkätundersökning

Baserat på litteraturstudien, intervjuer och statistik framkom en bra bild av Trafikkontorets nuläge. Nulägesanalysen kompletterades med en enkätstudie av Trafikkontorets entreprenörer. Enkätens syfte var att få entreprenörens syn och åsikter om hur avfallshanteringen fungerade på arbetsplatsen, deras åsikter på datainsamling och nuvarande krav. Genom att göra en enkätundersökning fanns det möjlighet att skicka ut till alla entreprenörer som trafikkontoret arbetar med.

Frågorna i enkäten skickades via mail till entreprenörer i 13 pågåendeprojekt. På varje projekt fanns 2-3 kontaktpersoner som alla fick mailet men det ombads att endast en person per projekt svarade. Kontaktpersonerna jobbade som arbetschefer, platschefer, arbetsledare, entreprenad-ingenjörer KMA-samordnare (Kvalité-, Miljö-, och Arbetsmiljö) eller gruppchefer.

Enkäten är baserad på frågorna som ställs vid miljörevisionerna och sammanställningen av avfallsdata. I enkäten ställdes också frågor för att undersöka rimligheten i möjliga åtgärder för att göra trafikkontorets avfallshantering mer cirkulär. Frågorna i enkätundersökningen har också utformats utifrån vad som står i Teknisk Handbok där det finns angivet vilka krav som ställs på entreprenören samt de frågorna som ställs vid miljörevisionerna. Frågorna utgick också utifrån sammanställningen av avfallsdata och genom kartläggning av ej inrapporterad statistik. Frågorna i enkäten hittas i bilaga 9.2 och var öppna frågor.

3.2 Databehandling

Data som samlats in genom intervjuer, enkätundersökning och avfallsstatistik kommer att ligga till grund för nulägesbeskrivningen.

3.2.1 Sammanställning av avfallsflöden

Avfallsdatan från trafikkontorets drift- och underhållsentreprenader fanns angiven i en lista där alla projekt under året slagits ihop. Avfallsdatan består av fraktioner, mängder, avfallskoder och bortskaffningssätt. Datan sammanställdes genom att gruppera ihop all data som består av samma fraktioner och bortskaffas på samma sätt, till exempel kan en kategori vara papper som går till förbränning. Genom att gruppera ihop data skapa en överblick och mängden av varje fraktion blir tydligare. Grupperingen har även gjorts utifrån avfallskoder så att samma materielgrupp har samma avfallskod.

Tabellen har delats in i kategorier som ”massor” och ”metall”, kategorierna är sorterade efter fallande mängd. Avfallsdata som inte är användbar på grund av att information saknas i blanketterna sorteras i en egen kategori. Till exempel om det inte är angivet om avfallet har återvunnits eller deponerats. Den data där information saknas kommer användas för att dra slutsatser kring hur stor andel av den totala inskickade datan som inte går att använda.

3.2.2 Sammanställning av intervju och enkäter

Intervjun sammanställdes genom att dela in svaren i tematiska kategorier: inrapportering av avfallsdata, uppföljning av data, källsortering, återvinning och återvinning av betong och asfalt.

Enkäten sammanställdes sedan genom att dela upp frågorna och svaren i tematiska kategorier: inrapportering av avfallsdata, källsortering, återvinning och återvinning av betong och asfalt. För varje fråga sorterades svaren utifrån svarsfrekvens, till exempel att alla som på en fråga svarat ”nej”, ”dåligt” eller ”inte bra” hamnar i samma svarsfrekvens. Svarsfrekvenserna blev sedan stapeldiagram för att överskådligt kunna få en uppfattning om entreprenörernas synpunkter.

3.3 Avgränsningar

Rapportens kommer att behandla återvinning av schaktmassor, asfalt, betong, sopsand och blandat- och brännbart avfall eftersom de är material där avfallshanteringen är möjlig att öka cirkulariteten i drift- och underhållprojekt inom Göteborgs stad. Investeringsprojektens data kommer inte att hanteras eftersom det saknas statistik från dessa projekt. Avfallsdata från investeringsprojekten rapporteras in efter slutbesiktigad och avslutat projekt genom att lämna in bilaga 3 tillhörande miljöplanen (figur 3). Av trafikkontorets 28 färdigställda investeringsprojekt rapporterade 4 projekt in sitt avfall under 2019. Den inrapporterade statistiken från de 4 projekten hade en annan organisation än drift- och underhålls projekten och var ofullständiga t.ex. bortskaffningsmetoden saknades.

Farligt avfall har en egen sammanställning i bilaga 9.4, men har inte vidare analyserats i rapporten eftersom det oftast inte ingår i några cirkulära flöden. Sprayburkar måste till exempel destrueras och den avfallshanteringsmetoden går inte ändra för att öka cirkulariteten i Trafikkontorets projekt. Asfalt som innehåller PAH klassas som farligt avfall beroende på halten PAH. Asfalt med lägre mängder PAH kan återanvändas och kommer att diskuteras men asfalt med högre halter hanteras inte vidare i texten.

3.4 Analysstrategi

I analysen analyserades sedan resultatet från nulägesbeskrivningen utifrån analysfrågeställningarna nedan. Analysen lede fram till en sammanställning av förslag på åtgärder för att göra trafikkontorets avfallshantering mer cirkulär.

3.4.1 Tekniska förutsättningar för att skapa cirkulära materialflöden

De tekniska förutsättningarna som trafikkontoret har för att skapa cirkulära flöden har analyserats. De tekniska förutsättningarna omfattar strukturen och innehållet i Teknisk Handbok och avfallshanteringstekniker som skulle kunna användas.

3.4.2 Organisation för att skapa cirkulära materialflöden

Organisationen för att skapa cirkulära flöden har analyserats. Analyserna har behandlat vad som redan finns, vad som saknas, vad som behöver göras om och utvecklas när det kommer till krav, uppföljning och avfallsdata.

4 Resultat

Nedan redovisas resultatet från datainsamlingen och databearbetningen samt från enkäter och intervjuer. De åtgärderna för en mer cirkulär avfallshantering som är resultatet av detta redovisas också.

4.1. Trafikkontorets avfallsflöden

Nedan redovisas en sammanställning över avfallsmängder i nuläget från trafikkontorets drift- och underhållsrenoveringar. Sammanställningen utgör en nulägesbeskrivning och ligger till grund för föreslagna åtgärder. Den data som redovisas nedan är avfall och därför saknas återanvända material eftersom de inte klassas som avfall.

Fokus i datainsamlingen, intervjuerna och enkäten till entreprenörerna kommer ligga på fem fraktioner som är relevanta för trafikkontorets cirkularitet, vilka är schaktmassor, asfalt, betong, sopsand samt blandat- och brännbart avfall. De sex R:en för att skapa cirkulära flöden används för att bedöma vilka återaktiviteter som är möjliga för respektive fraktion (tabell 3). Här är de markerade med + vid de metoderna som kan tillämpas och – för de metoderna som inte kan tillämpas.

Tabell 3. De sex R:ens tillämpbarhet på olika avfallsfraktioner.

	Schaktmassor	Asfalt	Betong	Sopsand	Blandat och brännbart
Reduce	-	-	-	-	+
Reuse	+	-	-	-	-
Recycle	+	+	+	-	-
Recover	-	-	-	+	-
Redesign	-	-	-	-	-
Remanufacture	-	-	-	-	-

4.1.1 Avfallsflöden, drift- och underhållsrenoveringar

Datan över avfallsmängderna är inte alltid komplett vid inrapportering utan kan sakna mängd eller bortskaffning. Av de inrapporterade avfallen för drift och underhållsrenoveringarna (både avfall och farligt avfall) för 2019 var 25% ej komplett. Ofullständig statistik kan inte sammanställas med den fullständiga statistik och eftersom det skapar osäkerhet i hur mycket avfall trafikkontoret skapar och hur cirkulär avfallshanteringen är. Den avfallsdata som sammanställs och analyseras är enbart från 2019 för att få siffror så nära nutiden som möjligt.

De största fraktionerna i avfall från drift- och underhållsprojekten är i fallande ordning massor, armerad betong, rivningsmassor av tegel och betong, oarmerad betong och asfalt. En sammanställning av alla avfallsfraktioner finns i bilaga 9.3. I tabell 4 redovisas en sammanställning av avfallsfraktioner, vikt, EWC-kod och bortskaffande. I tabell 4 redovisas data från de fullständigt inrapporterade statistiken som inte innehåller farligt avfall. Utifrån samtliga avfallsfraktioner återvinns drygt 99% av massornas totala vikt eftersom återvinningsfraktionerna av de största massorna asfalt och betong är mycket större än resterande avfall (tabell 4). Schaktmassor och asfalt återvanns oftast men deponerades också. Betongen återvanns alltid men gaturenhållningen/sopsand var en till mängden stor fraktion som deponeras. Det fanns blandat och brännbart avfall som både förbrändes och gick till deponi.

Tabell 4. Visar sammanställd avfallsdata.

	Avfallsslag	EWC kod	Vikt [ton]	Bortskaffande
Schaktmassor	Schaktmassor	170504	2784996,05	Återvinning
	Schaktmassor	170504	363,95	Deponering
	Totalt		2785360,00	
Betong	Betong	170101	211400,00	Återvinning
	Totalt		211400,00	
Asfalt	Asfalt	170302	4922,76	Återvinning
	Asfalt	170302	138,21	Deponering
	Totalt		5060,97	
Park och natur	Gaturenhållning/sopsand	200303	2280,00	Deponering
	Totalt		2280,00	
Blandat och brännbart				
	Brännbart		953,66	Förbränning
	Obrännbart verksamhetsavfall		5,45	Deponering
	Totalt		959,11	

4.1.2 Avfallsflöden och ”farligt avfall”

Inrapportering av de avfallsmängder som uppkommit sker från de entreprenörer som utfört uppdraget. Asfalt kan klassas som farligt avfall (bilaga 9.4) beroende på halten PAH, polycykliska aromatiska kolväten som är en ämnesgrupp som innehåller flera ämnen som är cancerframkallande (Vägverket, 2004). Asfalt med PAH mellan 300 ppm och 1000 ppm (parts per million) sorteras som farligt avfall enligt den sammanställda tabellen ovan. I Teknisk Handbok anges att PAH halter under 1000 ppm får återanvändas med restriktioner och att de under 70 ppm får återanvändas fritt inom trafikprojekt (Göteborgs stad, 2019a). Den asfalt som anges i tabellen har gått till återvinning och skulle då kunna vara återvinning genom deponitäckning.

4.2 Perspektiv från intervju

I detta avsnitt redovisas och svar från intervjun med en av trafikkontorets miljöhandläggare Maria Aronsson.

4.2.1 Inrapportering och uppföljning av data

Kontrollen av projekten sker i miljörevisionen där det viktigt att följa upp insamlingen av avfallsdata. I nuläget saknas krav på rapporteringen för att man har hög tilltro till entreprenörerna att de redovisar allt avfall. Inrapporteringen skulle kunna förbättras med hjälp av trafikkontorets digitala projektstyrningsverktyg. Mycket av uppföljningen sker i samband med Trafikkontorets årsrapport även om det varit bättre med en kontinuerlig uppföljning. Det är svårt för miljöhandläggarna att i efterhand be entreprenören om uppgifter som saknats vid inrapporteringen. Återkopplingen från Trafikkontoret till entreprenörerna om inrapporteringen av avfallsdata är ett kontraktsskrav att man ska lämna in den. Det är ett väldigt stort material och egentligen skulle man behöva sitta ned med varje entreprenör och gå igenom eller ge en återkoppling på statistiken de skickat för att kontrollera varje entreprenör förstätt hur de ska rapportera kräver resurser och tid.

4.2.2 Källsortering och återanvändning

Avfallshanteringen är av tradition projektspecifik, till exempel korta och små projekt har mindre tiden eller utrymmet att källsortera. Tidspressade projekt till exempel spårprojekt där spåret stängs av kan påverka avfallshanteringen.

”Intrycket är att många sorterar och att entreprenörerna borde sortera eftersom det är dyrare än att inte sortera.”

Det finns möjligheter till återanvändning. På kommunens Stengård finns kantsten, småsten och hällar. Entreprenörer som bygger inne i stan och tar bort sten av dessa typer om de inte ska användas och ytan asfalteras. Det överblivna materialet transporteras till Stengården. På samma sätt om entreprenör behöver något så sparar de materialet på byggplatsen eller kan hämta materialet på Stengården om det fungerar tekniskt. Det kan finnas begränsningar när det kommer till färg och storlek i de kulturhistoriska områdena. Det kommunen som använder stengården och att den används mycket. Eftersom Göteborg expanderar behöver kommunen köpa in material t.ex. kantsten till Hisingsbron för det ska se enhetligt ut. Nytt material köps ofta in till större arbeten för att det skall vara enhetligt.

I dagsläget saknas återanvändning av sopsand eftersom den innehåller mikroplaster och skräp, och att det finns mycket föroreningar i sanden. På våren sopas sanden upp i en vanlig gatusopning. Det blir mycket sand som skickas till deponi.

4.2.3 Återanvändning och återvinning av asfalt och betong

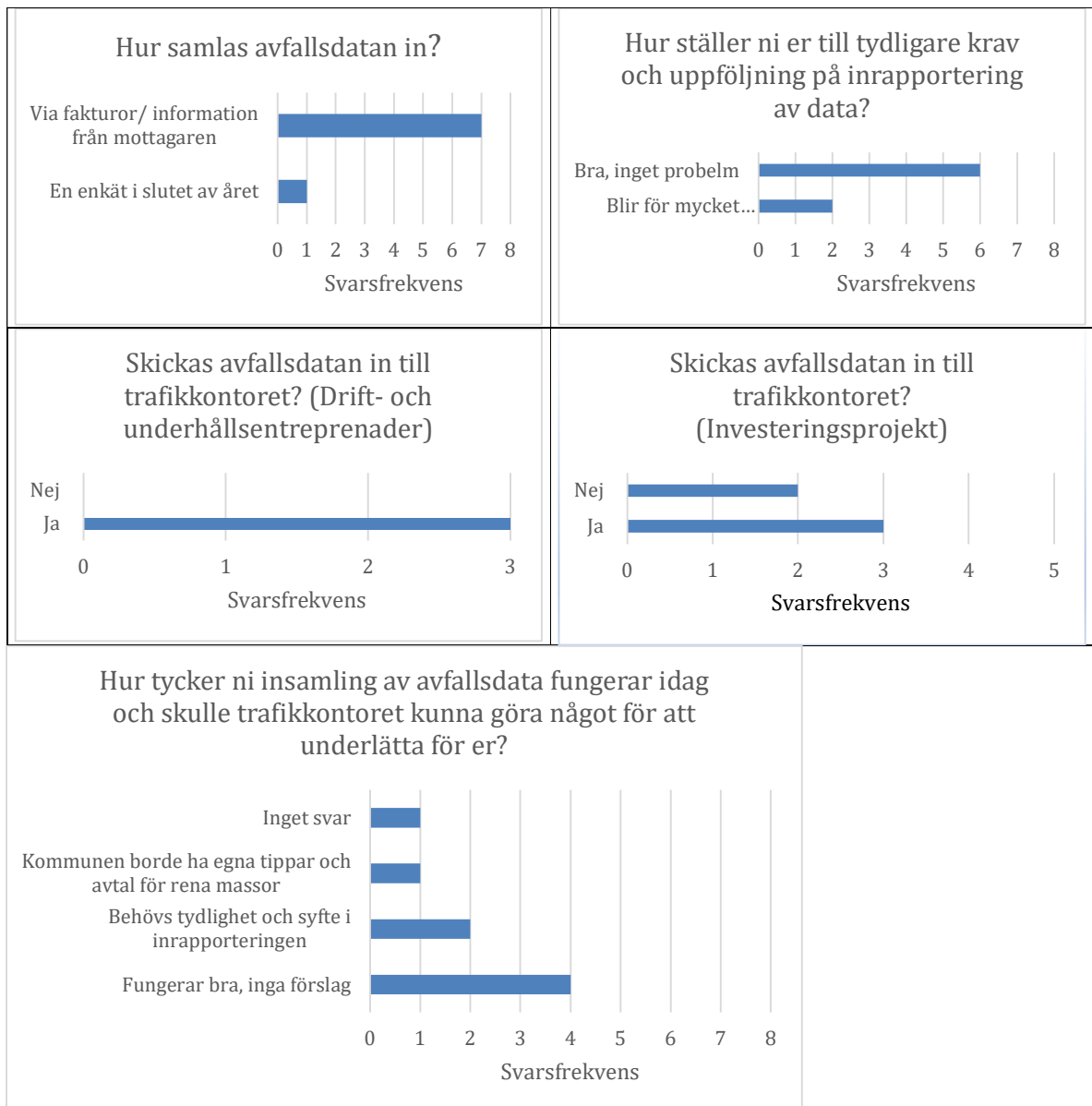
Det finns ett krav på minst 10 % återvunnen asfalt men att kravet är gammalt och det har funnits funderingar på att höja kravet på återvunnen asfalt. Mängden asfalt med över 10 % återvunnen asfalt följs upp av bygglidaren. I Miljöförvaltningens faktablad är gränsen av PAH för farligt avfall 1000 ppm och gränsen för att använda fritt är 70 ppm och Trafikkontoret följer Miljöförvaltningens rekommendationer. Överbliven asfalt i ett projekt skall i första hand skickas till ett asfaltverk. Ibland har asfaltverken fullt och behövs det inte i projektet måste asfalten till deponi. Det är av rent praktiska skäl det finns avsteg från kravet på återvinning.

4.3 Perspektiv från enkäterna

Enkäterna är sammanställda i diagram och är uppdelade i kategorierna inrapportering av data, källsortering, återanvändning samt återanvändning och återvinning av asfalt och betong. Av de 13 entreprenörer som enkäten skickades till svarade åtta entreprenörer, fem från investeringsprojekt och tre från drift- och underhållsrenoveringar.

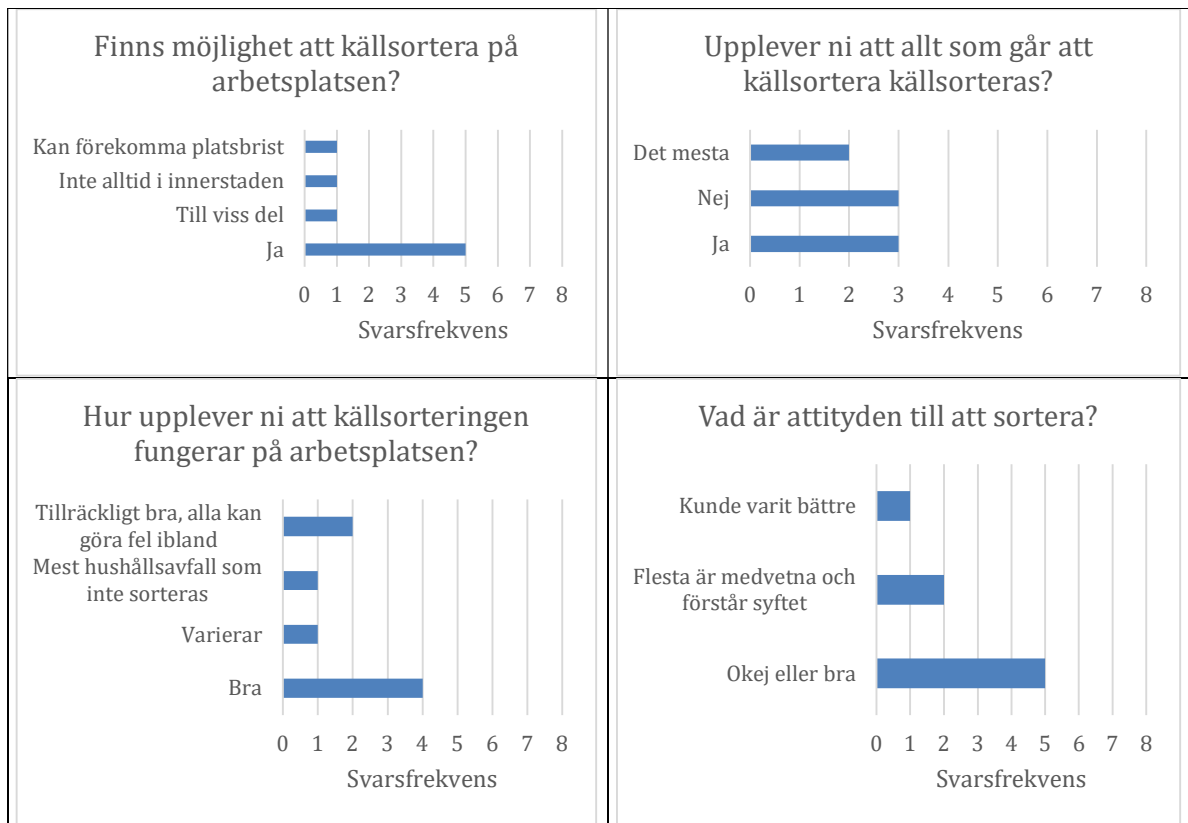
4.3.1 Entreprenörernas syn på inrapportering av data

Nedan finns en sammanställning av svaren om inrapportering av data som entreprenörerna skickade in på enkäten. Två entreprenörer tyckte att det skulle bli för mycket pappersarbete om trafikkontoret ställer tydligare krav på att rapportera in avfallsdata. Eftersom det är ett krav på att rapportera in avfallsdata så ger svaret en antydning att entreprenörerna antingen inte vet om att det är ett krav eller att dom inte tycker att det är viktigt att rapportera in. Att det skulle bli för mycket pappersarbete låter som att de i nuläget inte rapporterar in alls. Samtidigt har två entreprenörer från investeringsprojekten angivit att de faktiskt inte skickar in sin avfallsstatistik, vilket styrker antagandet om att de medvetet inte rapporterar in.



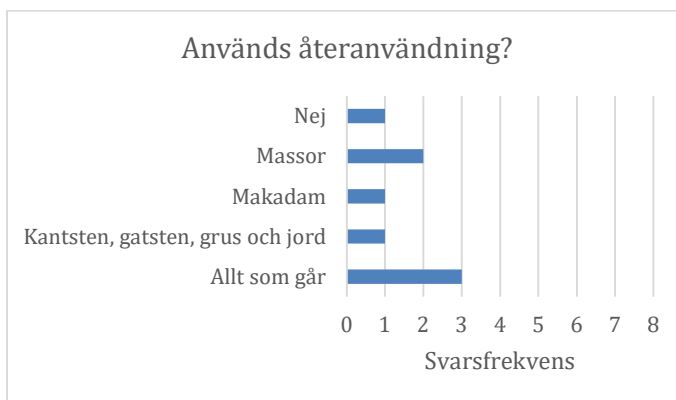
4.3.2 Entreprenörernas syn på källsortering

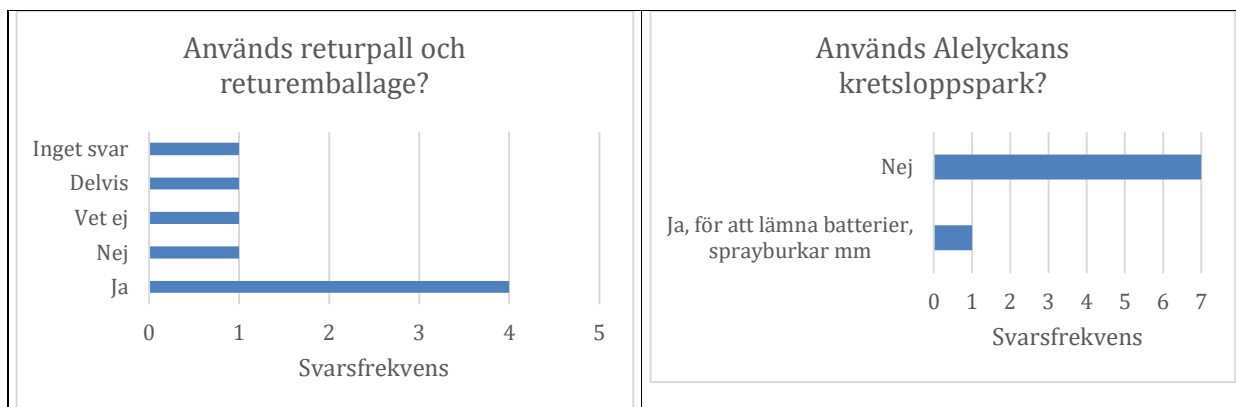
Nedan finns en sammanställning av de svaren om källsortering som entreprenörerna skickade in på enkäten. Svaren visar att platsbrist är en orsak till att källsortering på arbetsplatserna inte alltid är möjligt. Samtidigt anger svaren att inte allt källsorteras även om det går, vilket kan bero på platsbrist men möjligtvis också kunskap om materialet eller attityd till sortering. Enkätsvaren visar dock på att attityden kring källsortering är god utifrån de som svarat.



4.3.3 Entreprenörernas syn på återanvändning

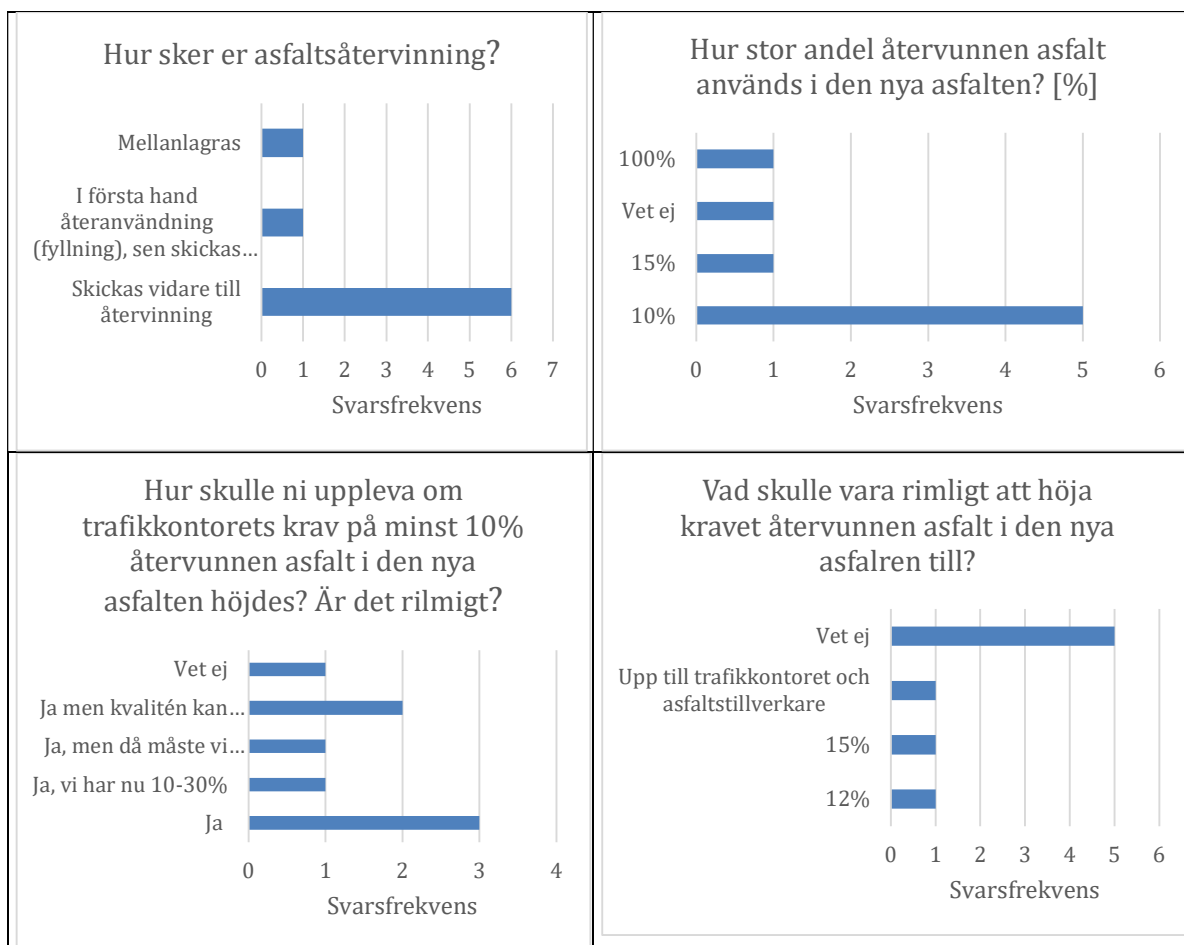
Entreprenörernas syn på återanvändning har sammanställts och de visar att återanvändning av material i projekten finns. En entreprenör har svarat att de inte tillämpar återanvändning vilket kan bero på att projektet genererat farligt avfall som inte går att återanvända. Eller så kan det bero på att återanvändning inte prioriterats på grund av andra skäl. Alelyckans kretsloppspark används i stort sett inte alls enligt entreprenörerna vilket inte är så konstigt eftersom kretsloppsparken inte hanterar de material som de angivit att de återanvänder i sina projekt.

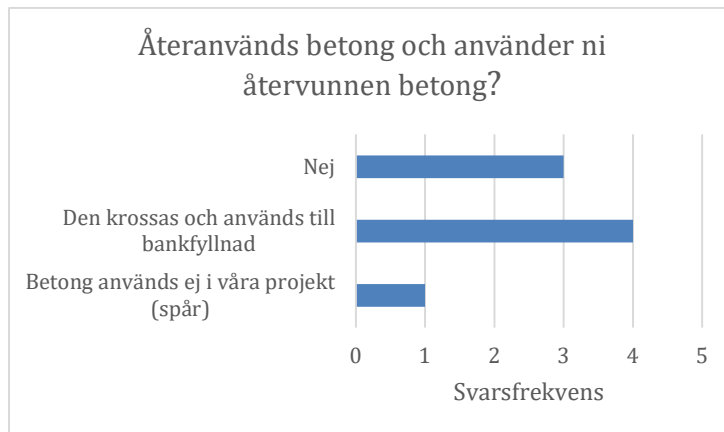




4.3.4 Entreprenörernas syn på återanvändning och återvinning av asfalt och betong

Andel återvunnen asfalt i den nya asfalten verkar enligt svaren ligga mellan 10-15 % förutom ett svar som angav 100 % vilket antagligen är en felskrivning. Entreprenörerna uppger dock att kravet på 10 % skulle kunna höjas och att de redan nu använder mer än 10% återvunnen asfalt. De uppger att asfaltens kvalitet kan påverkas och bör utredas innan en höjning. Enligt tre entreprenörer varken återanvänds eller återvinns betong i projekten vilket kan bero på att det inte används i projekten alls eller på grund av till exempel förändrad hållfasthet.





I enkäten ställdes en öppen fråga om övriga funderingar om hur avfallshanteringen funkar i projekten. Den frågan fick in två svar som båda rörde asfalt:

”Det finns en osäkerhet på vad som kan användas som fyll. Jag tror att om man var tydlig med vilka halter som är ok att använda i projekt, kommer man få en större mängd återanvändning av massorna. Vid osäkerhet, tar man alltid det säkra före det osäkra. Massorna går på tipp.”

”Om kraven i beskrivning asfalts sort ändras, skulle det gå att återanvända mer asfalt.”

5 Analys

I analysen analyseras förutsättningar och förslag på förbättringsåtgärder för att trafikkontorets avfallshantering ska bli mer cirkulär.

5.1 Tekniska förutsättningar för att skapa cirkulära materialflöden

Nedan analyseras de tekniska förutsättningarna för att skapa cirkulära materialflöden. I avsnittet har tre förslag på åtgärder tagits fram för att öka cirkulariteten i trafikkontorets projekt. Dessa är att minska mängden avfall till deponi, öka sorteringsgraden och öka återanvändningen.

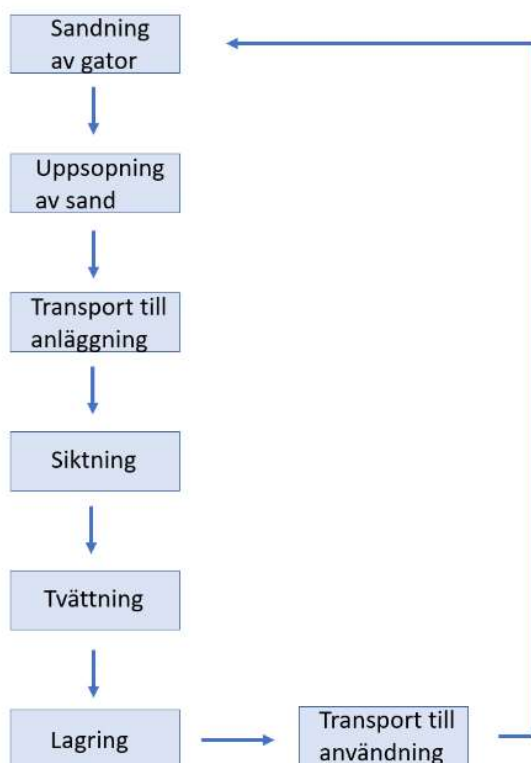
5.1.1 Minska mängden avfall som går till deponi

Åtgärderna att ge tydligare information om förorenade massor och återvinna sopsand skulle bidra till att minska mängden avfall som går till deponi. Informationen om hur förorenade massor och vilka massor som är förorenade skulle behövas kommuniceras tydligare av trafikkontoret. De fraktioner som går till deponi enligt den sammanställda avfallsstatistiken är schaktmassor, asfalt och sopsand (se tabell 4). I intervjun med miljöhandläggare framkom att deponi kan bero på att fraktionerna är förorenade och därför gått till deponi. En annan anledning till att massor går till deponi skulle kunna vara på grund av bristande kunskap hos entreprenörer. Till exempel lyfte en entreprenör i enkäten att de inte visste hur förorenade schaktmassor tillåts vara för att återanvändas och därför valde att deponera den.

Trafikkontoret säger i Teknisk Handbok att avfallstrappan ska följas när det är möjligt men det finns inga krav på återvinning. Stockholms stads trafikkontor däremot har krav på återvinning. Trafikkontoret i Göteborgs stad skulle också kunna undersöka att sätta en minsta procentgräns för återvinning och en högst procentgräns för deponering likt de krav som finns i Stockholms stad.

För att minska mängden avfall som går till deponi är ett åtgärdsförslag att återvinna sopsanden. Genom att återvinna istället för att deponera skulle avfallshanteringen gå uppåt i avfallstrappan samtidigt som det skulle ske en upcycling av materialet (Oyenuga m.fl., 2017). Anledningen till att sopsanden inte direkt går att återanvända är på grund av att den är förorenad av skräp och mikroplaster (Magnusson m.fl., 2019). Processer och aktiviteter som skulle krävas för att återvinna sopsand presenteras i figur 4.

Återvinningen skulle efter uppsopning av sanden transporteras till en verksamhet som kan sikta sanden och avskilja skräpet och därefter tvätta sopsanden för att få bort föroreningar (Miljöförvaltningen, 2013). Sopsanden behöver lagras i Göteborg innan den under vintern användas för halkbekämpning. Trafikkontoret har en pågående utredning för att hitta en plats att förvara rena massor på (personlig kommunikation). Viken i Göteborg är en möjlig anläggning för att tvätta sopsand. Skanska en anläggning där de tvättar grus, en möjlighet för trafikkontoret att anlita som entreprenör för sopsands tvätt (Tyllgren, 2012).



Figur 4. Visar flödesschema över återvinning av sopsand.

5.1.2 Öka sorteringsgraden

Åtgärderna att undersöka hur mycket mer som skulle kunna källsorteras och ge bättre förutsättningar för att källsortera skulle bidra till att öka sorteringsgraden.

I Trafikkontorets avfallsstatistik 2019 finns fortfarande stora mängder brännbart och blandat avfall. I avfallsstatistiken (tabell 4) finns drygt 950 ton brännbart avfall utan att det står vad det är för material. Det skulle kunna vara t.ex. förpackningar, wellpapp eller träpallar. Enligt enkäten finns avfall som inte sorteras som skulle kunna materialåtervinnas. Tre entreprenörer svarade att allt som kan sorteras, sorteras, medan tre entreprenörer har svarat att allt inte sorteras på arbetsplatsen vilket skulle kunna innebära det finns förutsättningar för att källsortera allt. Genom att öka sorteringsgraden av t.ex. förpackningar kan brännbart avfall minska. Att materialåtervinna är högre upp i avfallstrappan än förbränning. Ett förslag på åtgärd är att öka materialåtervinningen av plast, papper och wellpapp genom att öka källsortering. En bra åtgärd skulle vara att undersöka närmare om allt som förbränns eller inte sorteras verkligen måste göra det. Kunskapsbrist, tid eller utrymme är de största utmaningarna på byggarbetsplatser (Almasi m.fl., 2018a).

En orsak till att allt inte källsorteras skulle också kunna vara attityden. Det motsägs av enkätsvaren som visar att de flesta arbetsplatserna förstår vikten av källsortering. Att arbetsplatserna har bra attityd och förståelse för källsortering är viktigt för att motivationen till att källsortera ska finnas. Brännbart avfall är något bättre än deponi ur miljöperspektiv då det går att utvinna värme när det förbränns men är fortfarande en fraktion som inte är cirkulär och är sämre än till exempel återvinning eller återanvändning.

5.1.3 Öka återanvändning

Åtgärderna att ta fram en lagringsplats för rena schaktmassor, rekommendationer att använda returemballage och fortsatt arbete med stengården skulle bidra till att öka återanvändningen.

En åtgärd som förbättrar Trafikkontorets avfallshantering för att bli mer cirkulär är att öka andelen återanvänt material, t.ex. material som schaktmassor och stenmaterial. I nuläget återanvänds en del schaktmassor inom de projekten eller återvinns i andra projekt. Om det är fullt på återvinningscentralerna går massorna till deponi enligt intervjun med miljöhandläggaren. I nuläget saknas mellanlagringsplats för rena schaktmassor i Göteborg och ett mellanlager skulle ge möjligheten att mer massor. Trafikkontoret utreder frågan att hitta en ny yta för lagring (personlig kommunikation) men åtgärden skulle samtidigt kräva stora förändringar i projekten t.ex. transport av massorna.

Kommunen har också återanvändning av till exempel gatsten på Stengården. I enkäten framkommer att entreprenörerna för det mesta återanvänder det som går på Stengården men däremot knappt använder Alelyckans kretsloppspark. Detta kan bero på att Stengården redan finns och använts för värdefulla material men Alelyckans kretsloppspark inte har några material som är värdefulla i projekten. Det gör att användningsområdet för Alelyckans kretsloppspark saknas utan fokus bör ligga på Stengården och att skapa egna lagringsplatser för schaktmassor.

5.2 Organisation för att skapa cirkulära materialflöden i infrastrukturprojekt

Nedan analyseras åtgärder för att med hjälp av organisationen skapa cirkulära materialflöden. I avsnittet har tre förslag på åtgärder tagits fram för att öka cirkulariteten i trafikkontorets projekt. Dessa är att öka kraven, förbättra inrapportering och uppföljning av avfallsdata och uppdatera teknisk handbok.

5.2.1 Krav på återvinning

Ett åtgärdsförslag som kommer att göra mycket för en liten insats är att höja kravet på andelen återvunnen asfalt i ny asfalt, utreda krav på återvunnen betong och krav på bättre källsortering av brännbart material. Asfalt och betong är två av de största fraktionerna hos Trafikkontoret och av det brännbara materialet kan troligen mer materialåtervinnas.

Enligt avfallsdata återvinns redan nästan all asfalt och betong. Asfaltsåtervinningen är väl etablerad i drift- och underhållsentreprenaderna. Entreprenörernas enkätsvar visar att attityden är god till återvunnen asfalt och de ser inga problem i att höja gränsen för andelen återvunnen asfalt så länge som kvalitén på asfalten inte påverkas. Att öka återvinningskraven ger stor effekt även om ökningen är liten

Vad som är en rimlig höjning av andelen återvunnen asfalt i ny asfalten bör baseras på hur asfaltkvalitén påverkas av mängden återanvänt asfalt. Entreprenörerna skriver i enkäten att det är möjligt att öka halten återvunnen asfalt men att det inte bör ske på bekostnad på kvalitén. Ett förslag från entreprenör är att öka kravet till 12 % och ett annat till 15%, det finns också en entreprenör som använder mellan 10–30 % så en höjning till 15 % skulle också kunna vara rimlig. Halten stöds också av tidigare studier som använde 20% återvunnen asfalt i ny asfalt (Vägverket, 2004) utan märkbar påverkan på den nya asfalten.

I nuläget finns inget krav på användning av återvunnen betong. Det finns flera metoder för att återvinna betong (Svensk betong, u.å.) t.ex. fyllning i vägbank och som ballast. Trafikkontoret bör utreda fördelar och nackdelar med betongåtervinningen,. Det kan också vara värt för

Trafikkontoret att undersöka om det går att mellanlagra betongkross på t.ex. Stengården eller göra ett avtal med t.ex. Alelyckans Kretsloppspark.

Trafikkontoret behöver vidare undersöka vad som räknas som brännbart material och vad som kan anses vara värdefulla material som kan återvinnas. För att uppmuntra Cirkularitet bör det vara tydligt vad som anses vara värdefulla material om det t.ex. är lastpallar, wellpapp eller genomskinlig hårdplast. Om detta blir ett krav eller om sorteringen sker ändå får utvärderas av Trafikkontoret.

5.2.2 Inrapportering och uppföljning av avfallsdata

Inrapportering av avfallsstatistik var i många projekt ofullständig för många av Trafikkontorets drift- och underhållsprojekt. En inrapportering med fullständiga data skulle också kunna hjälpa trafikkontoret att sätta upp framtida mål och åtgärder när det kommer till avfallshantering. I studien identifierades olika anledningar t.ex. att blanketten var otydlig och tidskrävande, entreprenörernas okunskap om relevansen av statistiken och det saknade uppföljning och återkoppling till entreprenörerna och

Inrapporteringen av avfallsdata till trafikkontoret är ett dilemma eftersom statistiken i många fall är ofullständig eller inte skickats in alls. När information om material, vikt, avfallskod eller bortskaffningssätt saknas är det svårt att använda den statistiken. Ett förslag är att det blir ett krav på att den inskickade avfallsstatistiken ska vara ett underlag för slutbesiktning. En ekonomisk reglering i form av vite skulle också kunna införas om avfallsstatistiken inte skickas in i tid alternativt om blanketten inte är ifylld enligt anvisningar. Kraven från Stockholms stad skulle trafikkontoret kunna ta inspiration ifrån speciellt när det kommer till kraven på inrapportering och att entreprenören får betala om kraven ej följs (Stockholms stad, 2019)

I enkätundersökningen framkom att några av entreprenörerna upplever arbetet med att skicka in avfallsstatistik till trafikkontoret som tidskrävande pappersarbete. Det framkom också att vissa entreprenörer hade svårt att se nyttan med att rapportera in avfall och att det gjordes enbart för syns skull. Detta visar på att det saknas kunskap om anledningen till att trafikkontoret samlar in avfallsstatistik från deras beställda projekt och entreprenader. Blanketterna innehåller samma avfallskoder som Naturvårdsverket använder. I en studie om betongåtervinning framkom att avfallskoderna var otydliga med avseende på vad som skulle sorteras (Söderlund och Avazpour 2019). Otydligheten kan bidra med att en stor del av avfallsstatistiken fylls i fel eller inte blir inskickad alls. Det trafikkontoret gör i dagsläget för att öka kunskapen hos entreprenörerna är att på startmötet för ett nytt projekt informera om att avfallsdata ska rapporteras in. För att få in bättre och fullständig statistik bör Trafikkontoret överväga eventuella utbildningsinsatser och tydliggöra avfallskoderna. Det skulle också bidra till att synliggöra värdefulla material.

I miljörevisionen och uppföljningen av drift- och underhållsprojekt kontrolleras miljöplanen och avfallshanteringens på byggarbetsplatsen. Miljörevisionen skulle också kunna innehålla en utvärdering av kvaliteten på inrapporterad avfallsstatistik. Återkopplingen till entreprenören skall bidra med en övergripande bild av hur deras arbete fungerar med entreprenörerna. I de fall inrapporteringen är utebliven eller om den är ofullständig finns möjlighet utreda orsakerna för att hitta lämpliga åtgärder. Uppföljning kan också vara en del av utvärderingen och underlag för val av entreprenör i nya projekt. Återkopplingen till entreprenören skulle bli en omställning som förhoppningsvis skulle uppleva förändring positivt. I samtalen finns också möjlighet att diskutera nyttan och vikten av avfallsstatistiken. Åtgärderna bör vara genomförbara i trafikkontorets organisation men det vore lämpligt att utreda om det är en rimlig arbetsbelastning på nuvarande personal. Det skulle vara bra att diskutera om det ska vara en specifik person som ansvarar för uppföljningen eller om ansvaret ska vara fördelat på de som ansvarar för de olika projekten.

5.2.3 Teknisk Handbok

I upphandlingen av ett drift- och underhållsprojekt förväntas entreprenören följa kraven i Teknisk Handbok. Teknisk Handbok är en webbaserad skriftlig instruktion för alla Trafikkontorets entreprenader. I studien har framkommit att det utöver kravet på miljöplan och en organiserad avfallshantering på byggarbetsplatsen, finns det ytterligare krav på ett drift- och underhållsprojekt, t.ex. inrapportering av fullständig statistik, behov av att ta till vara mer värdefullt material, återvinningshalter av asfalt, vart återvunnet material skall transporteras osv.

Teknisk handbok skulle behöva uppdateras, nedan följer ett antal förslag:

- Information om avfallshantering blir samlad och får ett större utrymme. Ett förslag är att samla kapitel 12AF4 ”avfall och farligt avfall” som redovisar avfallstrappan och kapitel 13B ”Miljö” (Göteborgs Stad, 2019) och samla alla dokument och länkar på ett ställe. I kapitel 13B ”Miljö” och kapitel 12AF4 innehåller länkar (Göteborgs stad, 2019b) med lika innehåll men på olika ställen. Här bör också finnas tydliga länkar till blanketterna för inrapportering av avfallsstatistik.
- Förtydliga kraven på inrapportering av avfallsstatistik
- Informationen om PAH halter i asfaltsåtervinningen och eventuellt nya krav på betongåtervinning
- Information om värdefulla material som skall återvinnas t.ex. returemballage och material på Stengården som kan återanvändas
- Information var schaktmassor, sopsand och asfalt mellanlagras och kan hämtas för att underlätta återvinning.
- Information om uppföljning av entreprenörsarbeten i miljörevisionen.

6 Diskussion

Trafikkontoret har genom att efterfråga examensarbetet visat att de vill mer systematiskt skapa cirkulära avfallsflöden. Miljöhandläggarna på trafikkontoret jobbar med många miljöfrågor och inte bara avfall vilket har lett bland annat till att avfallsdata inte analyserats med hänsyn på cirkularitet utan endast sammanställts. Detta arbete innehåller förslag på åtgärder och ska kunna vara ett steg till en mer cirkulär avfallshantering.

6.1 Skriftliga källor

De finns mycket skriftlig information om avfallshantering, cirkularitet och kommunal verksamhet vilket har gett bra förutsättningar för litteraturstudien.

6.1.1 Myndigheter och kommuners hemsidor

Eftersom arbete har skett på beställning av trafikkontoret i Göteborgs stad så finns det många källor från Göteborgs stad. Vi anser att dessa källor är mycket tillförlitliga då Göteborgs kommun är en kommun och den verksamhet arbetet handlar om. Det används även källor från andra myndigheter som anses tillförlitliga. För information om avfallsåtervinning har ett dokument från vägverket, nuvarande trafikverket använts. Detta dokument kan anses gammalt vilket kan leda till oaktuell information men trafikverket har ännu inte ersatt det med en nyare variant vilket tyder på att det som står i dokumentet fortfarande är aktuellt.

6.1.2 Branschorganisationer

Branschorganisationer kan ha ett egenintresse i den informationen de skriver vilket vi har reflekterat kring. De branschorganisationer vi har använt oss av är Avfall Sverige och Svensk Betong. Svenska betong har använts vid informationen om betongåteranvändning vilket de då vill framställa på ett så bra sätt som möjligt.

6.1.3 Lagar

Vi har även använt flera lagar från Sveriges riksdag och Europaparlamentet. Dessa anses vara mycket trovärdiga då det är aktuella och från ett tillförlitligt organ.

6.1.4 Rapporter

Det finns mycket vetenskapliga rapporter skrivna om cirkularitet och olika modeller som kan användas för att implementera den cirkulära ekonomin. Vetenskapliga rapporter är tillförlitliga källor eftersom dom är vetenskapligt granskade.

Det användes också rapporter från myndigheter och kommuner vilket också är tillförlitliga källor med information.

6.2 Metodkritik

De metoder som använts är intervjuer och enkäter, statistiksammanställning och litteraturstudie.

6.2.1 Intervjuer och enkäter

Den ursprungliga planen var att göra platsbesök och då också prata med entreprenören i projektet för att få deras syn. På grund av Covid-19 pandemin kunde inte detta genomföras.

Kontakten skedde då med miljöhandläggare på trafikkontoret. Detta gör att det var svårt analysera avfallshanteringen på arbetsplatsen och göra en oberoende bedömning kan ha påverkat resultatet. Det har också lett till väldigt lite kontakt med entreprenörerna även om enkätsvaren skapade en uppfattning om entreprenörernas åsikter och syn på avfallshanteringen. Svaren från enkäten var bra och givande men en intervju med entreprenörer skulle ha gjort att följdfrågor kunde ställts och deras åsikter skulle bli ännu klarare.

Något som kunde gjorts annorlunda är att online intervjuer kunde gjorts med entreprenörerna för att kunna ställa mer specifika frågor till respektive entreprenör. Även om Covid-19 pandemin medförde restriktioner kunde ändå intervjuerna ägt rum digitalt.

6.2.2 Statistikinventering

I resultatkapitlet är avfallsdatan som används ofullständig. Till det hör också att statistiken har sammanställts flera gånger vilket gör den ännu mer osäker. Data samlas in av ansvarig hos entreprenören som sen skickar den till en miljöhandläggare på Trafikkontoret som gör en sammanställning. I detta fall har även vi sammanställt data ytterligare en gång genom att lägga ihop rader med samma fraktion och bortskaffningssätt från olika entreprenörer och sorterat ut ofullständig data. Att data har sammanställts av så många olika personer gör den osäker, det kan ha blivit missförstånd med enheter, felskrivningar, om det är farligt avfall eller inte och missförstånd av bortskaffningssätt.

Det är också en osäkerhet i hur mycket som återanvänds eftersom flödena saknas i avfallslistorna. Analysen kunde ha bättre av att undersöka flödena för återanvändning mer och undersöka statistiken över Stengården och andra ställen där entreprenörerna kan få material som kan återanvändas eller återvinnas inom projektet. Den statistiken har Trafikkontoret inte tillgång till och frågan är om den ens finns. I nuläget är det svårt att säga hur mycket återanvändningen kan förbättras eller hur den ser ut. Statistik upplevdes att det i rapporten fortfarande inte finns en tydlig bild av hur mycket som återanvänds i trafikkontorets projekt. Om detta arbete skulle göras igen skulle vi ha utrett återanvändningen tidigare och mer omfattande.

6.3 Studiens bidrag

De föreslagna åtgärderna som denna rapport resulterat i skulle alla kunna utredas djupare. De övergripande förslagen på åtgärder behöver i många fall utredas djupare, till exempel skulle kravet på andelen återvunnen asfalt i ny asfalt behöva utredas för att komma fram till en nivå som inte försämrar kvalitén. Detta arbete är en grund för trafikkontoret att utgå ifrån om de vill göra förändringar för att öka sin cirkularitet, men kommer kräva kompletterande arbete för dom.

6.3.1 Tidigare kunskap, nuläget

Vi har kommit fram till att trafikkontoret redan arbetar mycket med cirkularitet och med sin avfallshantering. Miljöenheten arbetar med avfallsfrågor och det finns en strävan efter att jobba enligt avfallstrappan i projekten. Avfallsdata samlas in och miljörevisioner görs. Förståelsen och syftet med att få avfallshanteringen att bli mer cirkulär finns på trafikkontoret men måste kommuniceras och följas upp hos entreprenör.

6.3.2 Kunskapshål som studien fyllt i.

I studien har en nulägesbeskrivning tagits fram, avfallsdatan har tidigare sammanställts men inte analyserats på det sättet som gjorts i denna studie. Att dessutom koppla avfallsdatan till

litteratur och entreprenörernas åsikter har gett en bild av möjliga åtgärder för att göra trafikkontorets avfallshantering mer cirkulär.

Resultatet i detta examensarbete är baserat på trafikkontorets verksamhet i Göteborgs stad. Avfallsanmälan för Göteborg är inte generell statistik för alla kommuner men skulle kunna användas av andra kommuner. Resultatet behöver anpassas till verksamheten eftersom kommuner skiljer sig åt med typer av projekt och avfallsmängder. De åtgärder och förslag som tagits fram skulle kunna fungera som inspiration för andra kommuner i deras verksamheter.

7 Slutsatser

Trafikkontorets cirkularitet i upphandlade infrastrukturprojekt skulle kunna öka genom följande föreslagna tekniska åtgärder:

- Minska mängden avfall som går till deponi genom till exempel återvinning av sopsand. Avfallshanteringstekniker som kan användas till detta är siktning och tvättning av sopsanden.
- Öka sorteringsgraden genom till exempel bättre förutsättningar till källsortering av t.ex. plast, papper och wellpapp.
- Ökad andel återanvändning genom att till exempel anordna lagringsplats för rena schaktmassor eller ökad användning av andrahandsmarknader och returemballage.

Trafikkontorets cirkularitet i upphandlade infrastrukturprojekt skulle kunna öka genom följande förbättringar av trafikkontorets organisation och styrning:

- Öka kraven på entreprenör genom att till exempel ha ett högre krav på andelen återvunnen asfalt i den nya asfalten eller utforma krav för återanvändning av betong. Avfallshanteringstekniker som kan användas är inblandning av asfaltsgranulat i asfalten genom varmåtervinning eller krossning av betong.
- Se till att inrapportering av avfallsdata sker genom till exempel bättre uppföljning eller vite.
- Tydliggöra Teknisk Handbok genom att till exempel uppdatera den om åtgärder utförs eller sammanfatta allt material om avfall på ett ställe.

8 Referenser

- Almasi, A. M., Miliute-Plepiene, J., & Fråne, A. (2018a). *Ökad sortering av bygg- och rivningsavfall: Åtgärder för kommunala avfallsanläggningar*.
- Almasi, A. M., Miliute-Plepiene, J., & Fråne, A. (2018b). *Ökad sortering av bygg- och rivningsavfall Åtgärder för kommunala avfallsanläggningar*.
- Avfall sverige. (2019a). *Deponering*. www.avfallsverige.se
- Avfall sverige. (2019b). *Materialåtervinning*. www.avfallsverige.se
- Avfall Sverige. (2017). *Svensk Avfallshantering*.
- Avfall Sverige. (2019). *Återanvändning av bygg- och rivningsmaterial och produkter i kommuner*.
- Avfall Sverige. (2020). *Biologisk återvinning*. www.avfallsverige.se
- Borland, H., Ambrosini, V., Lindgreen, A., & Vanhamme, J. (2016). Building Theory at the Intersection of Ecological Sustainability and Strategic Management. *Journal of Business Ethics*, 135(2), 293–307.
- Boverket. (2019). *Bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan - Sveriges miljömål*. Sveriges Miljömål. www.sverigesmiljomal.se
- Byggpall. (u.å.). *Retursystem Byggpall- Så fungerar det*. www.byggpall.se
- Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2018). Introducing a Circular Economy: New Thinking with New Managerial and Policy Implications. *California Management Review*, 60(3), 5–19. <https://doi.org/10.1177/0008125618764691>
- Europaparlamentet. (2008). *Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/98/EG om avfall och om upphävande av vissa direktiv*.
- Europeiska kommissionen. (2015). *Att sluta kretsloppet – en EU-handlingsplan för den cirkulära ekonomin*.
- Göteborgsregionens kommunalförbund. (2010). *A2020: Avfallsplan för Göteborgsregionen*.
- Göteborgs stad. (2014). *Klimatstrategiskt program för Göteborg*.
- Göteborgs stad. (2019a). *12AF3 Förorenade massor och tjärasfalt*. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs stad. (2019b). *13B Miljö*. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs stad. (2020a). *12CG1 Miljöplan*. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs stad. (2020b). *Guide till att riva och bygga cirkulärt i Göteborg: Rekommendationer till dig som är offentlig upphandlare i bygg- och rivningsprojekt*.
- Göteborgs stad. (2020c). *Kretsloppsparken Alelyckan*. www.goteborg.se
- Göteborgs Stad. (2018a). *Göteborgs Stads handlingsplan för miljön 2018-2020*.
- Göteborgs Stad. (2018b). *Krav på asfaltbetong m.h.t återvinning*. Teknisk handbok. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs Stad. (2018c). *Teknisk Handbok*. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs Stad. (2019). *12AF4 Avfall och farligt avfall*. Göteborgs stad. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs Stad. (2020a). *12BB Begagnad granit*. www.tekniskhandbok.goteborg.se
- Göteborgs Stad. (2020b). *Förebygg avfall i Göteborgs Stad*.
- Göteborgs Stad. (2020c). *Trafikkontoret - Göteborgs Stad*. www.goteborg.se
- Göteborgsregionen. (2019). *Göteborgsregionen minskar avfallet*.
- Jawahir, I. S., & Bradley, R. (2016). *Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing*. 40, 103–108.
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2017). Circular economy-From review of theories and practices to development of implementation tools. *Elsevier*, 135.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2017). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Elsevier*.
- Magnusson, K., Aronsson, M., Galfi, H., Gustavsson, K., Polukarova, M., & Strömvall, A.-M. (2019). *Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik*.

- Miliute-Plepiene, J., Almasi, A. M., & Hwargård, L. (2020). *Återanvändning av bygg- och rivningsmaterial och produkter i kommuner*.
- Miljö- och energidepartementet. (1998). *SFS(1998:808). Miljöbalk*.
- Miljö- och energidepartementet. (2011). *SFS(2011:927). Avfallsförordning*.
- Miljöförvaltningen. (2013). *Hantering av sopsand*.
- Naturvårdsverket. (2018). *Att göra mer med mindre. Nationell avfallsplan och avfallsförebyggande program 2018-2023*.
- Naturvårdsverket. (2019). *Sveriges återvinning av förpackningar och tidningar: Uppföljning av producentansvar för förpackningar 2018*.
- Oyenuga, A., Bhamidimarri, R., Oyenuga, A. A., & Researcher, P. D. (2017). Upcycling ideas for Sustainable Construction and Demolition Waste Management: Challenges, Opportunities and Boundaries. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6.
- Riksdagen. (2001). *SFS (2001:512) om deponering av avfall*.
- Riksdagen. (2020). *SFS (2010:900). Plan- och bygglag*.
- SMED. (2016). *Avfall i Sverige 2016*.
- Sopor.nu. (2019). *Biologisk behandling: Organiskt avfall kan behandlas genom kompostering eller rötning*. www.sopor.nu
- Stockholms stad. (2019). *Gemensama krav för bygg och rivningsavfall*.
- Svensk betong. (u.å.). *Återvinning*. www.svenskbetong.se
- Svenska geotekniska institutet. (2019). *Återvinning av schaktmassor*. www.swedgeo.se
- Svenska miljöinstitutet. (2010). *Miljödata för vägbeläggningar: Generell byggproduktinformation (BPI) för bygg-och fastighetssektorn*.
- Trafikkontoret. (2019). *Avslutade Projekt*.
- Trafikkontoret. (2020). *Identifiering av miljöaspekter stadens anläggningar (1)*.
- Trafikverket. (2017). *Bitumenbundna lager: TDOK 2013:0529 version 3.0*.
- Tyllgren, P. (2012). *Miljöanpassad tvättning av grus- och restprodukter*.
- Ulmgren, N., & Lundström, R. (2004). *Teknisk och ekonomisk värdering av asfaltmassor med returafalt: ett SBUF-projekt*.
- Vägverket. (2004). *Handbok för återvinning av asfalt*.
- Worrell, E., & Reuter, M. (2014). *Handbook of Recycling : State-Of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists*. Elsevier.

9 Bilagor

9.1 Intervjufrågor Maria Aronsson

Maria Aronsson, miljöhandläggare
Trafikkontoret, Göteborgs stad

I början av arbetet ställdes dessa frågor:

- I de gemensamma avtalen för trafikkontorets miljö, etik och sociala krav står inget om avfall, finns det krav på avfallshantering i avtalen mellan Trafikkontoret och entreprenör?
- Hur kontrollerar ni avfallshanteringen hos entreprenör under miljörevisionen?
- Hur upplever du att avfallshanteringen sköts på arbetsplatsen?
- Har ni krav på andel återvunnen asfalt i projekten?
- Skulle det vara bra att skärpa kraven på sortering i avtalen?
- Hur fungerar era RAM-avtal med återvinningsstationerna?
- Vi har förstått att det ej är krav på inrapportering av avfallsdata, stämmer det och skulle det vara bra att införa?

Intervjun fortsatte i slutet av arbetet med dessa frågor:

- På avfallslistorna står inte återanvändning med så mycket men vi har förstått att det finns en stengård. Vad finns på den?
- Är det bara kommunen som använder den eller företag också?
- Används den mycket och lämnar alla in?
- Finns det andra lager för sånt som inte är sten, t.ex. bänkar och lampor?
- Varför går sopsanden till deponi?
- Vad för pah halt har ni som gräns för farligt avfall?
- Om asfalten enligt avfallslistorna gått till deponi är det då pga pah halten?
- Det finns ju ett krav att all asfalt ska återvinnas eller mellanlagras, görs det avsteg från detta?
- Hur följer ni upp avfallsdatan och finns det konsekvenser om entreprenör inte skickar in eller skickar in konstigdata?
- Är det inte många investeringsprojekt som inte skickar in, följs det upp?

- Sammanställning av avfallsdata i årsrapporten, använder ni den till något?
- Används den ekonomiska regleringen om andelen återvunnen asfalt är under tio procent i den nya asfalten?

9.2 Enkätfrågor

Dessa frågor skickades ut till entreprenör:

- Vad har du för jobbtitel?
- Jobbar du med drift- och underhållsprojekt eller investeringsprojekt?
- Hur samlas avfallsdata in?
- Skickas sedan denna avfallsdata till Trafikkontoret?
- Hur skulle ni ställa er till att det skulle bli ett tydligare krav att rapportera in avfallsdata till Trafikkontoret (att inte skicka in avfallsdata skulle följas upp)?
- Hur ställer ni er till att det skulle bli tydligare krav på att avfallsdatan skulle behöva vara komplett (dvs avfallsdata som till exempel saknar bortskaffningssätt inte skulle accepteras)?
- Hur tycker ni insamlingen av avfallsdata fungerar? Skulle något kunna göras från Trafikkontorets sida för att underlätta för er?
- Finns det möjlighet att källsortera på arbetsplatsen (farligt avfall, el-avfall, trä, plast för återvinning, brännbart, gips, skrot och metall, fyllnadsmassor, deponi)?
- Upplever ni att allt som går att källsorteras källsorteras?
- Hur upplever ni att källsorteringen funkar på arbetsplatsen?
- Vad är attityden till att sortera?
- Används returpall och returemballage?
- Används återanvändning på arbetsplatsen? Vad återanvänds i sådana fall?
- Används Alelyckans kretsloppspark för återanvändning? Om ja, till vad?
- Hur sker er asfaltsåtervinning?
- Återanvänds betong och använder ni återvunnen betong? Vad är inställningen till detta?
- Hur stor andel återvunnen asfalt har ni som standard i er asfalt? (%)
- Hur skulle nu uppleva om Trafikkontorets krav på 10 % återvunnen asfalt höjdes? Skulle det vara genomförbart?

- Vad skulle vara rimligt att höja kravet återvunnen asfalt till? (%)
- Har ni några övriga funderingar eller tillägg om hur avfallshanteringen i projekt med Trafikkontoret sköts av er eller Trafikkontoret?

9.3 Sammanställd avfallsdata

	Avfallsslag	EWC kod	Vikt [ton]	Bortskaffande
Schaktmassor	Schaktmassor	170504	2784996,05	Återvinning
	Schaktmassor	170504	363,95	Deponering
	Totalt		2785360,00	
Betong	Betong	170101	211400,00	Återvinning
	Totalt		211400,00	
Asfalt	Asfalt	170302	4922,76	Återvinning
	Asfalt	170302	138,21	Deponering
	Totalt		5060,97	
Rivningsmassor	Inverta rivningsmassor, tegel och betong	170107	105320,00	Återvinning
	Totalt		105320,00	
Park och natur	Gaturenhållning/sopsand	200303	2280,00	Deponering
	Löv/ris/stubbar	200102	74,00	Kompost/bio-gas
	Lövpupptagning Bostadsgator mm		51,55	Deponering
	Träd/ris (biologiskt nedbrytbart)	200201	14,90	Återanvändning
	Ris	020103	7,70	Förbränning
	Totalt		2428,15	
Blandat / brännbart	Brännbart		953,66	Förbränning
	Obrännbart verksamhetsavfall		5,45	Deponering
	Totalt		959,11	
Trä och papp	Träavfall	170201	733,10	Förbränning
	Wellpapp	200101	9,55	Återvinning
	Träavfall	170201	5,00	Återvinning
	Wellpapp	200101	3,31	Förbränning
	Träavfall, kreosotimpregnerat		1,60	Deponering
	Totalt		752,56	
Metall	Järnskrot	170405	212,93	Återvinning
	Metallskrot	200140	106,53	Återvinning
	Koppar skrot	200140	11,48	Återvinning
	Kabelskrot		7,50	Återvinning
	Aluminium	170402	7,20	Återvinning
	Totalt		345,64	
Elektronik och lampor	Elavfall		4,10	Deponering
	Ljuskällor		1,60	Deponering
	Lågenergilampor		0,30	Återvinning
	Annan kasserad elektronisk utrustning	200136	0,10	Återvinning

Kontor	Totalt		6,10	
	Kontorspapper	200101	3,82	Återvinning
	Tidningar		1,98	Återvinning
Övrigt	Totalt		5,81	
	Färgavfall vattenbaserat	200128	0,01	Återvinning
	Gummi (lastbilsdäck)	200199	0,01	Återvinning
	Allkaliska batterier	160604	0,00	Återvinning
	Plast	170203	0,00	Förbränning
	Totalt		0,02	

9.4 Sammanställd avfallsdata, farligt avfall

	Avfallsslag	EWC kod	Vikt [ton]	Bortskaffande
Olja	Oljehaltigt slam	130508	354200	Omraffinering/ återanv olja
	Fast oljeavfall	130899	2,841	Återvinning
	Smörjfett	200126	1,016	Omraffinering/ återanv olja
	Spillolja	200126	0,62	Omraffinering/ återanv olja
	Trafo-olja	130310	0,13	Omraffinering/ återanv olja
	Smörjfett	120112	0,108	Omraffinering/ återanv olja
	Oljetrasor	150202	0,04	Återvinning
	Oljefilter	16 01 07	0,02	Förbränning
	Smörj fettrester	200126	0,01	Förbränning
	Totalt		354204,79	
Massor	Förorenade massor för provtagning, FA	170503	21140	Återvinning
	Sediment, FA		21140	Återvinning
	Asfalt, PAH 300-1000 ppm	170301	10500	Återvinning
	Förorenad asfalt	170301	30,2	Deponering
	Jord MKM (>KM <MKM)	170503	26,65	Deponering
	Tjärasfalt		15	Deponering
	Totalt		52851,85	
Trä	Tryckimpregnerat trä, kreosot	170204	25600	Destruering
	Impregnerat trä	17 02 01	12,5	Förbränning
	Impregnerat Trä	170204	0,1	Återvinning
	Totalt		25612,6	
Färg och aerosoler	Färgavfall vattenbaserat	200128	86	Återvinning
	Aerosoler	160504	9,133	Återvinning
	Lösningsmedel (>20 MJ/kg)	200113	7,098	Återvinning

Elektronik och lampor	Sprayburkar	160504	0,25	Återvinning
	Färgavfall i burk olje/lösn baserad	200127	0,06	Återvinning
	Totalt		102,541	
	Elektronik	200135	10,527	Återvinning
	Lysrör	200121	0,989	Återvinning
	Elektronik	200135	0,77	Återvinning
	Kontorselektronik	200135	0,277	Deponering
	Övriga lampor < 60 cm	160215	0,144	Deponering
	Totalt		12,707	
Behållare och förbrukning	Förbrukade/tomma Kemikaliedunkar		0,1	Återvinning
	Insamlade sprayburkar		0,1	Återvinning
	Förbr. Trasor/svampar/handskar		0,1	Återvinning
	Totalt		0,3	
Absorbermedel	Absorbermedel	150202	0,05	Förbränning
	Totalt		0,05	

INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMSANALYS
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020
www.chalmers.se



CHALMERS