

# Återvinning av asfalt – en fallstudie i Malmberget

JOHANNA HJERPE 2015  
MVEM12 EXAMENSARBETE FÖR MASTEREXAMEN 30 HP  
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET





# Återvinning av asfalt – en fallstudie i Malmberget

JOHANNA HJERPE

2015

**Examensarbete för masterexamen 30 hp.**



**LUNDS**  
UNIVERSITET

*Intern handledare: Sven Agardh, Institutionen för teknik och samhälle,  
Lunds tekniska högskola, Lunds Universitet*

*Extern handledare: Solveig Danskog, LKAB*

*CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning  
Lunds Universitet*



# Förord

Examensarbetet är utfört på institutionen, centrum för miljö- och klimatforskning (CEC) vid Lunds Universitet och på uppdrag av LKAB (Luossavaara-Kiirunavaara AB) i Malmberget mellan januari till maj 2015.

Jag vill rikta ett stort tack till alla som medverkade i intervjustudien och möjliggjorde fylliga svar på frågan om vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från Malmbergets avvecklingsområden. Intresset för frågan var stor och bemötandet under intervjuerna var väldigt bra. Vidare vill jag tacka min interna handledare Sven Agardh på institutionen för teknik och samhälle vid Lunds tekniska högskola och min externa handledare Solveig Danskog på LKAB som hjälpt mig under arbetets gång. Ett särskilt tack till Solveig och hela avdelningen för samhällsomvandlingen i Malmberget (LKAB) som visat ett stort intresse, lämnat goda råd och delat med sig av sin kunskap.

Lund, 2015

Johanna Hjerpe

# Abstract

This thesis investigates how manufacturing of asphalt containing recycled materials can be conducted when the purpose is to use the recycled material in another road construction. The study shows that manufacturing of asphalt containing recycled materials then can be conducted in three ways, through hot, less hot and cold manufacturing processes. The possible use of the final products is dependent on the manufacturing processes since they result in different properties of the products. The choice between different products is not only affected by the possible use and the properties but also the environmental and economical value of the products. Previous studies have shown that environmental and economical value assessments between different recycling methods, associated products and products with no recycled materials is difficult to go through with and that it's not being realized by asphalt manufacturers, recyclers and buyers (public authorities and companies). One area of interest is the law of public procurement in Sweden, which makes it difficult for public authorities to make environmental demands when they procure services and products. This difficulty affects the asphalt manufacturers incentive and possibility to recycle. This thesis also investigates the possibility to recycle asphalt from Malmberget in Sweden and the results show that there are many practical possibilities as well as driving forces for recycling. One of the most important driving forces being the transport distance to landfill areas. The implementation is on the other hand affected by different guidelines for contaminated asphalt, the possibility to use mobile asphalt plants and collaboration possibilities with the local county, the public authority "Trafikverket" and when the asphalt can be recycled.

**Keywords:** asphalt, recycling, environmental and economical value, procurement, Malmberget.

# Sammanfattning

Syftet med uppsatsen är att skapa ett underlag för vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från avvecklingsområden i Malmberget och hur en återvinning skiljer sig miljömässigt och ekonomiskt från en användning av asfalt med endast jungfruliga material. Uppsatsen fokuserar på en avveckling av de asfalterade ytorna och visade att det i huvudsak finns tre olika sätt att tillverka asfalt med återvunna material under en sådan förutsättning. Återvinningen sker då i olika typer av blandningsverk genom varm, halvvarm och kall tillverkningsteknik. Användningsområdena för den återvunna asfalten påverkas i sin tur av tillverkningsteknikerna som resulterar i olika egenskaper hos den nya asfaltmassan. Studien visade också att det praktiska valet av återvinningsmetod beror mycket på användningsområdet, den återvunna asfaltens innehåll och egenskaper medan ett val baserat på miljömässiga och ekonomiska värden är betydligt svårare att genomföra. Tidigare examensarbeten på området har visat att miljömässiga och ekonomiska värderingar inte bara är svåra att genomföra men också att de faktiskt inte genomförs i praktiken, både då olika återvinningsmetoder ska värderas men också när återvunna material ska värderas mot jungfruliga. Ett problemområde är lagen om offentlig upphandling som gör det svårt för offentliga myndigheter att ställa miljökrav vid upphandling vilket påverkar asfaltstillverkarnas drivkrafter och möjlighet till att återvinna.

Resultaten från den lokala undersökningen om vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från Malmbergets avvecklingsområden visade att det finns flera praktiska möjligheter till att återvinna asfalten samt att genomförbarheten i huvudsak påverkas av:

- Om asfalten innehåller PAH och om sådan asfalt måste mellanlagras.
- När priset för en etablering av ett mobilt asfaltverk blir skälig i förhållande till volymerna då möjligheten till att etablera mobila asfaltverk i sin tur påverkar möjligheten att välja återvinningsmetod.
- Möjligheter till samarbete med kommunen eller Trafikverket för att hitta fler användningsområden för den återvunna asfalten och tiden för när asfalten kan återvinnas från Malmbergets avvecklingsområden.

I uppsatsen konstaterades också att transportsträckorna vid en återvinning och en deponering kan vara en stark ekonomisk och miljömässig drivkraft som hellre talar för en återvinning av asfalten i Malmbergets avvecklingsområden än en deponering.





# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1 Syfte, frågeställningar och avgränsningar .....	11
<b>2. Metod och material</b> .....	<b>12</b>
2.1 Uppsatsens uppbyggnad .....	12
2.2 Forskningsstrategi .....	12
2.3 Utförande .....	13
<b>3. Litteraturstudie</b> .....	<b>16</b>
3.1 Asfalt och Vägkroppen.....	16
3.2 Återvinning av asfalt .....	17
3.2.1 Borttagning av befintlig beläggning.....	17
3.2.2 Hantering av befintlig beläggning.....	18
3.2.3 Tillverkning och utläggning av asfalt.....	18
3.3 Återvinning i blandningsverk.....	18
3.3.1 Varm återvinning i verk (135 -180 grader) .....	19
3.3.2 Halvvarm återvinning i verk (50-120 grader).....	21
3.3.3 Kall återvinning i verk (upp till 50 grader).....	22
3.4 Olika krav vid återvinning och återvinning av asfalt.....	23
3.4.1 Återvinning.....	23
3.4.2 Mellanlagring.....	23
3.4.3 Krav på returafalt och jungfrulig beläggning.....	23
3.5 Hitta återvinningsmetod och användningsområden.....	24
3.5.1 Trafikbelastning, klimat och mobila asfaltverk .....	24
3.5.2 Tjerasfalt .....	26
3.6 Återvinna eller inte återvinna? .....	30
3.6.1 Värdering av olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt.....	31
3.6.2 Kritik och problemområden – ekonomiska och miljömässiga värderingar .....	36
<b>4. Intervjustudie</b> .....	<b>40</b>
4.1 Lokala förutsättningar i Malmberget och olika scenario.....	40
4.1.1 Scenarier för avveckling.....	40
4.1.2 Tidsprognoser för avveckling .....	41

4.1.3 Klimat och trafik .....	43
4.2 Urvalsgrupper och fokus .....	44
4.3 Svar från intervjuer .....	44
4.3.1 Finns det stationära asfaltverk i närområdet och kan de återvinna asfalt? .....	44
4.3.2 Vilka övriga entreprenörer kan återvinna asfalt? .....	45
4.3.3 Vilka upplagsplatser/områden för mellanlagring av returafalt finns i närområdet? Kostar det något att lämna massorna där? .....	46
4.3.4 Lönsamhet vid återvinning av asfalt och generella investeringsskillnader mellan kall- halvvarm eller varm återvinning .....	49
4.3.5 Vem är beställare då nya vägar och gator ska anläggas eller har anlagts i kommunen? Kan de ställa krav på att returafalt ska användas vid upphandling? .....	50
<b>5. Diskussion och slutsatser .....</b>	<b>53</b>
5.1 Miljöpåverkan .....	53
5.2 Ekonomi .....	54
5.3 Att väga samman miljömässiga och ekonomiska aspekter .....	56
5.4 Återvinning av asfalt i Malmbergets avvecklingsområden .....	57
5.4.1 Tjärasfalt .....	57
5.4.2 Etablering av mobila asfaltverk .....	58
5.4.3 Möjligheter till samarbete och tidsprognoser .....	59
5.5 Miljö, ekonomi, genomförbarhet - en återvinning i Malmberget .....	60
5.6 Rekommendationer .....	61
<b>6. Referenser .....</b>	<b>63</b>
<b>Bilagor .....</b>	<b>67</b>



# 1. Inledning

LKAB (Luossavaara-Kiirunavaara AB) har sedan slutet av 1800-talet bedrivit gruvverksamhet med järnmalmsprodukter i Gällivare och Kiruna kommun (LKAB 2015a). Samhällen har därför vuxit fram kring gruvverksamheten i båda kommunerna. I samband med att LKAB:s verksamhet fortlöper kommer delar av bebyggelsen kring gruvverksamheterna att avvecklas samtidigt som nya delar kommer att uppstå på annan plats inom tätorterna i kommunerna vilket innebär omfattande samhällsomvandlingar (LKAB 2015b). Tätorten Malmberget i Gällivare kommun kommer att avvecklas i fyra etapper mellan år 2012 och 2032 i samband med LKAB:s fortsatta brytning av järnmalmskropparna runt Malmberget (LKAB 2015c). I och med avvecklingen av Malmbergets bebyggelse kommer många befintliga vägar och gator att hamna inom LKAB:s industriområde allt eftersom avvecklingen av tätorten sker. I Kiruna kommer gruvbrytningen att påverka den nuvarande stadskärnan med ca 2 500 lägenheter och 200 000 kvm lokaler för bland annat sjukvård, handel, kontor och skolverksamhet under de närmaste 20 till 25 åren (Kiruna kommun 2014). Många nya vägar och gator ska därmed anläggas i både Gällivare tätort och Kiruna i samband med de samhällsomvandlingar som sker. Uppbyggnaden av nya vägar och gator samt en eventuell avveckling av de asfalterade ytorna som kommer att hamna inom LKAB:s industriområde väcker frågor kring vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt och vilka metoder som finns.

Frågeställningen om en avveckling av asfaltsbeläggningar ska ske överhuvudtaget undersöks inte i examensarbetet då svaret sannolikt behöver baseras på möjligheterna till en återvinning och bedömningar av olika risker. Fokus ligger därför på vad som kan hända med asfalten om de asfalterade ytorna ska avvecklas. I uppsatsen utgår avvecklingen utifrån tre olika scenarier där asfalten kan återvinnas på olika sätt eller transporteras till mottagningsplats för farligt avfall eller deponi (se tabell 1).

**Tabell 1** – Olika scenario för avveckling av asfalterade ytor i avvecklingsområden som behandlas i uppsatsen.

<b>Scenario 1</b>	Asfalten återvinns till en ny asfaltbeläggning genom att den tas bort från den befintliga vägkonstruktionen, blandas i ett stationärt eller mobilt asfaltverk och läggs ut som en ny asfaltsmassa på en annan plats. Asfalten kan också transporteras till en mellanlagringsplats i väntan på att den ska användas i ett förbestämt projekt inom tre år.
<b>Scenario 2</b>	Asfalten tas bort och återvinns till en annan typ av konstruktion än en asfaltbeläggning. Asfalten transporteras då till en mottagningsplats där asfalt tas emot, en mellanlagringsplats i väntan på att användas i ett specifikt projekt eller används direkt.
<b>Scenario 3</b>	Asfalten tas bort och transporteras till mottagningsplats för farligt avfall eller deponi.

Uppsatsen fokuserar på scenario 1 (asfalt som återvinns till ny asfalt) även om scenario 2 och 3 berörs på olika sätt. Asfaltsbeläggningar som innehåller vägtjära brukar benämnas tjärasfalt och vägtjära användes fram till början av 1970-talet som bindemedel och vidhäftningsmedel i hela landet (Lindgren 2004). Då gruvverksamhet har bedrivits sedan slutet av 1800-talet på båda orterna är risken stor för att många av områdena i Kiruna och Malmberget uppfördes och utvecklades innan år 1970 vilket påverkar risken för att de asfalterade ytorna innehåller tjärasfalt (LKAB 2015, Lindgren 2004). Om de asfalterade ytorna innehåller tjärasfalt innehåller de också i regel polycykliska aromatiska kolväten (PAH) vilka är en stor ämnesgrupp som bland annat innehåller cancerframkallande ämnen. Tjärasfalt med innehåll av PAH påverkar både hanteringen och möjligheterna till återvinning beroende på föroreningsgrad vilket innebär att PAH-innehållet är viktigt att beakta vid en återvinning (Westergren 2004, Lindgren 2004). Vidare finns det återvinningsmetoder som i huvudsak används för underhåll och förbättringsåtgärder av asfalterade ytor på plats vilka inte presenteras i denna uppsats på grund av att de asfalterade ytorna på orterna ska avvecklas och inte förbättras.

Drivkrafter till en återvinning kan bland annat hittas i lagstiftningen. Enligt avfallshierarkin i ramdirektivet för avfall 2008/98/EG skall materialåtervinning prioriteras före bortförskaffande och i Miljöbalkens portalparagraf ska återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas. I Vägverkets handbok om asfaltsåtervinning av Westergren (2004) problematiseras återvinning av asfalt genom att det inte är säkert att man samtidigt kan spara energi, minska fossilbränsleanvändningen och minska uttaget av naturmaterial genom återvinning. Lokala förutsättningar påverkar exempelvis transportbehovet av utrustning och asfaltsmassor medan egenskaperna hos returafalten, dvs. den asfalt som tagits bort från befintlig vägkonstruktion, avgör om det är möjligt att återvinna asfalten till ett visst ändamål (Westergren 2004).

Det finns också flera examensarbeten som har handlat om asfalt och återvinning på olika sätt. Törnblom (2011) har exempelvis undersökt den ekonomiska lönsamheten för asfalt och betong. Lönsamheten för återvinning beror på en rad olika faktorer såsom transportsträckor, upplagsplatser för mellanlagring, typ av metod för återvinning och monetära kostnader som finns förknippade med framställning, hantering och utläggning av traditionella och återvinningsmassor. Han konstaterade också att transportsträckan var den faktor som många tycker är viktigast i valet mellan traditionell asfalt och återvunnen. Till problematiken med återvinning hör också att varje asfalterad yta har unika egenskaper då nedbrytning, förbättringsåtgärder och typ av asfalt som har använts skiljer sig från plats till plats (Westergren 2004). Det finns alltså inget universellt svar på vilken metod som kan användas var då returafalten är unik i varje enskild vägsträcka.

I uppsatsen presenteras olika återvinningsmetoder, faktorer som påverkar vilken återvinningsmetod som passar till vilket användningsområde för återvunnen asfalt, miljömässiga och ekonomiska värderingar för olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt samt en intervjustudie på vilka förutsättningar för återvinning som finns i Malmbergets avvecklingsområden.

## 1.1 Syfte, frågeställningar och avgränsningar

Syftet med uppsatsen är att skapa ett underlag för vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från avvecklingsområden i Malmberget och hur en återvinning skiljer sig miljömässigt och ekonomiskt från en användning av asfalt med endast jungfruliga material. Jag avser inte att specifikt besvara vilken återvinningsmetod som ska eller kan användas då en fullständig utredning av väg- och gatusträckningar inte genomförs på grund av examensarbetets begränsning i tid och resurser. Den lokala undersökningen om vilka möjligheter som finns att återvinna asfalt har också avgränsats till Malmberget på grund av examensarbetets tidsbegränsning.

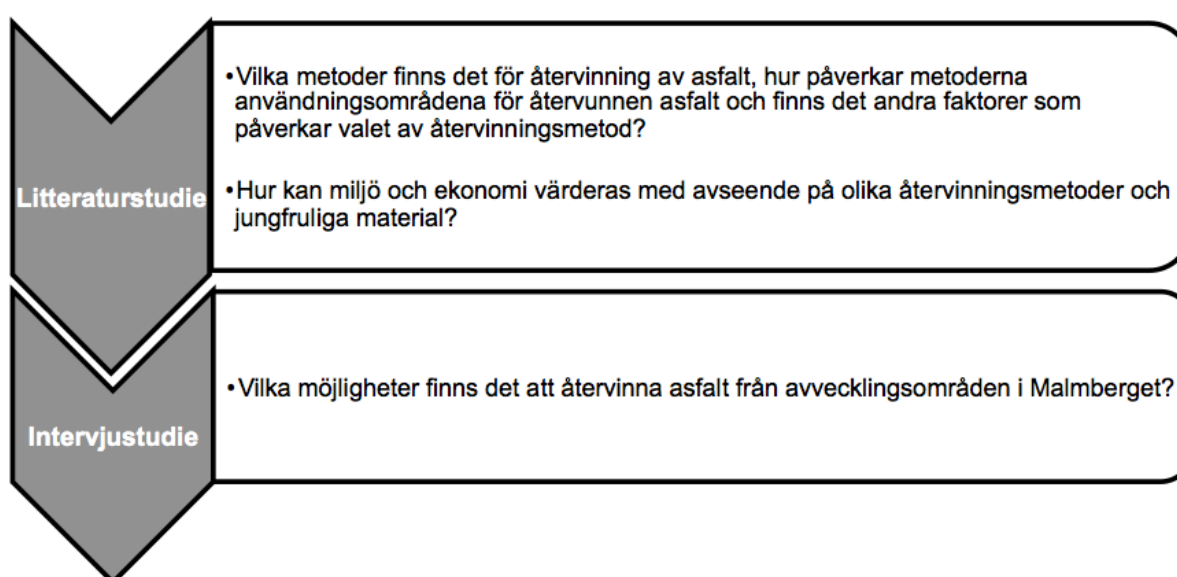
De forskningsfrågor som undersöks är:

- Vilka metoder finns det för återvinning av asfalt, hur påverkar metoderna användningsområdena för återvunnen asfalt och finns det andra faktorer som påverkar valet av återvinningsmetod?
- Hur kan miljö och ekonomi värderas med avseende på olika återvinningsmetoder och jungfruliga material?
- Vilka möjligheter finns det att återvinna asfalt från avvecklingsområden i Malmberget?

## 2. Metod och material

### 2.1 Uppsatsens uppbyggnad

Uppsatsen är uppdelad i huvudmomenten ”Litteraturstudie” och ”Intervjustudie” där frågeställningarna i uppsatsen undersöks enligt figur 1.



Figur 1 – Uppsatsens huvudmoment och frågeställningar

### 2.2 Forskningsstrategi

Enligt Johanssen & Tufté är en fallstudie en typ av forskningsstrategi som kännetecknas av ”... en avgränsning av vad som ingår i fallet och vad som ligger utanför, samt en ingående beskrivning av det definierade fallet” (2002, s 56). Fallstudier består av både kvalitativa och kvantitativa ansatser vilka kan vara observation och öppna intervjuer samt statistik och enkätundersökningar (Johanssen & Tufté 2002). En kvantitativ ansats kan exempelvis innebära en kartläggning av en utbredning eller kvantitet av någonting medan en kvalitativ ansats söker en mer detaljerad och nyanserad information om någonting. Den stora skillnaden kan sägas ligga i tekniken för hur data samlas in där längre intervjuer ofta genomförs vid kvalitativa ansatser och frågeformulär med färdiga svarsalternativ ofta används vid kvantitativa ansatser (Johanssen & Tufté 2002). Uppsatsen kan beskrivas som en kvalitativ fallstudie då längre intervjuer genomförts, litteraturstudiens innehåll har anpassats och avgränsats utifrån intervjustudiens frågeställning och en beskrivning av de lokala förutsättningarna i Malmberget ingår i intervjustudiens inledande kapitel.

## 2.3 Utförande

Litteraturstudien utfördes genom att befintlig information på området inhämtades med hjälp av olika sökmotorer på internet och genom tryckta publikationer. Mycket av den information som använts kommer från Trafikverket, gamla Vägverket, statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) men en del även från föregående examensarbeten på området och andra myndigheter. Antalet vetenskapliga artiklar är få vilket beror på frågeställningarnas utformning där svaren i huvudsak hittas i publikationer från olika myndigheter medan vetenskapliga artiklar på området asfalt mer handlar om olika material och tekniska aspekter som har en mer direkt koppling till asfaltens prestanda och kvalitet. Vidare finns mycket information från gamla Vägverkets handböcker om återvinning från år 2004 representerat i litteraturstudien vilket beror på att nyare handböcker från Trafikverket inom området asfalt och återvinning inte har utformats ännu.

Utifrån litteraturstudien identifierades viktiga underfrågor till den övergripande forskningsfrågan i intervjustudien som i sin tur styrde valet av urvalsgrupper. Enligt Johanssen & Tufte (2002) finns det olika sätt att välja vem som ska delta i kvalitativa undersökningar för att bäst hitta informanter för att belysa forskningsfrågorna. Ett sätt är ett så kallat teoretiskt urval som är en specifik kombination av flera andra sätt (snöbollsmetoden, typiska fall, kvotering etc.) och som styrs av den framväxande teorin. Urvalskriterierna beror då på forskningsfrågorna och vad som är praktiskt lämpligt att utföra (Johanssen & Tufte 2002). Valet av urvalsgrupper till intervjustudien kan därför bäst beskrivas som ett teoretiskt urval som hittades med bakgrund i nedanstående information.

Möjligheterna att återvinna asfalt påverkas i hög grad av vilka lokala förutsättningar det finns för återvinning vilket framgår i Vägverkets handbok om återvinning av Westergren (2004) och i tidigare examensarbeten på området (Törnblom 2011, Thidé & Nilsson 2014). Vilka upplagsplatser som finns för en eventuell mellanlagring, vilka aktörer som kan mellanlagra och återvinna asfalt samt under vilka förutsättningar de kan göra det påverkar exempelvis möjligheterna till att återvinna. Det kan handla om mängder asfalt som ska återvinnas, transportsträckor och vad returafalten innehåller (Westergren 2004, Törnblom 2011). Vad som påverkar lönsamheten har vidare betydelse för asfaltstillverkarnas egna drivkrafter till en återvinning och investeringsskillnader mellan olika återvinningsmetoder kan i sin tur påverka valet av återvinningsmetod. Beställare av vägprojekt kan vidare påverka vilka krav som ställs vid upphandling av entreprenad för olika vägprojekt i framtiden och är en viktig intressent då de teoretiskt skulle kunna ställa villkoren för entreprenörerna som utför arbetet med återvinning (Törnblom 2011, Thidé & Nilsson 2014). Underfrågorna och urvalsgrupperna till intervjustudiens övergripande forskningsfråga blev därför som i tabell 2.



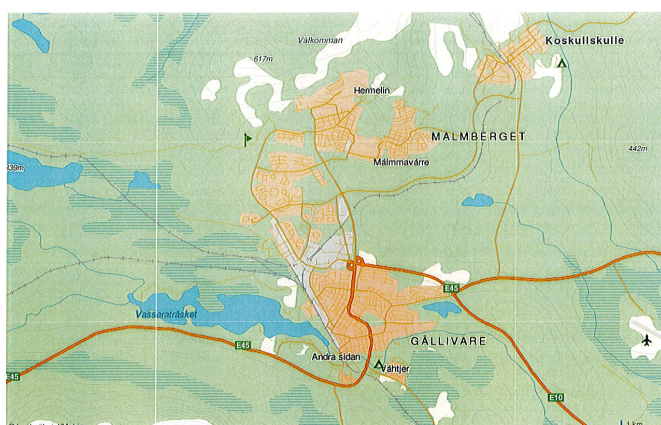
**Tabell 2** – Underfrågor och urvalsgrupper till intervjustudien

Underfrågor	Urvalsgrupp
Finns det stationära asfaltverk i närområdet och kan de återvinna asfalt?	Stationära asfaltverk i kommunen
Vilka övriga entreprenörer kan återvinna asfalt?	Lokala och större entreprenörer som arbetar med asfaltstillverkning
Vilka upplagsplatser/områden för mellanlagring av returafalt finns i närområdet? Kostar det något att lämna massorna där?	Lokala aktörer som kan tillhandahålla mellanlagringsplatser
Finns det någon generell uppfattning om vad som krävs för att en återvinning ska bli lönsam? Finns det någon investeringskillnad mellan kall-, halvvarm och varm återvinning?	Lokala och större entreprenörer som arbetar med asfaltstillverkning
Vem är beställare då nya vägar och gator ska anläggas eller har anlagts i kommunen? Kan de ställa krav på att returafalt ska användas vid upphandling?	Gällivare kommun som kan komma att upphandla entreprenad för anläggande av nya vägar och gator i framtiden

Den geografiska avgränsningen för vad som avses som lokal är för stationära asfaltverk eller annan aktör att de ligger i eller i anslutning till tätorterna Malmberget, Koskullskulle och Gällivare (se figur 2 och 3). För övriga entreprenörer som arbetar med asfalt finns ingen geografisk avgränsning då de i många fall kan tillhandahålla mobila asfaltverk för återvinning.



**Figur 2** – Kommungräns för Gällivare kommun och kommunens placering i Sverige (Wikipedia 2006)



**Figur 3** – Tätorterna Gällivare, Malmberget och Koskullskulle i Gällivare kommun (Hitta.se 2015)

Intervjufrågor utformades efter att underfrågor och urvalsgrupper identifierats. Enligt Johanssen och Tufte (2002) kan en intervju vara mer eller mindre strukturerad där den strukturerade har en fast uppsättning av frågor, en fastställd ordningsföljd före intervjun och öppna svarsalternativ. En delvis strukturerad intervju bygger istället på en intervjuguide som består av en lista med teman utifrån forskningsfrågorna och generella frågor som ska tas upp under intervjuns gång (Johanssen & Tufte 2002). Intervjuerna i uppsatsen kan bäst beskrivas som delvis strukturerade då ordningsföljden inte alltid har följts, följdfrågor utifrån vad respondenten har svarat har ställts och vilka frågor som har ställts har anpassats utefter den specifika respondenten inom urvalsgruppen genom att en mindre undersökning på olika företags hemsidor genomfördes. Med det menas att en fråga om en asfaltstillverkare återvinner asfalt inte ställdes där det tydligt framgick att de återvinner asfalt på sin hemsida exempelvis. Det delvis strukturerade utförandet valdes för att öka flexibiliteten, möjliggöra en mer skraddarsydd intervju för den enskilde informanten och för att göra svaren jämförbara.

Intervjufrågorna består vidare av både kvantitativa och kvalitativa frågor såsom ”hur stora mängder” och ”vad anser ni”. Intervjuerna kan dock beskrivas som kvalitativa då öppna frågor utan färdiga svarsalternativ ställdes. En kvalitativ ansats valdes för att lättare upptäcka förhållanden som jag inte tänkt på i förväg eftersom deltagaren har större möjlighet att styra den information som framkommer än om färdiga svarsalternativ utformats.

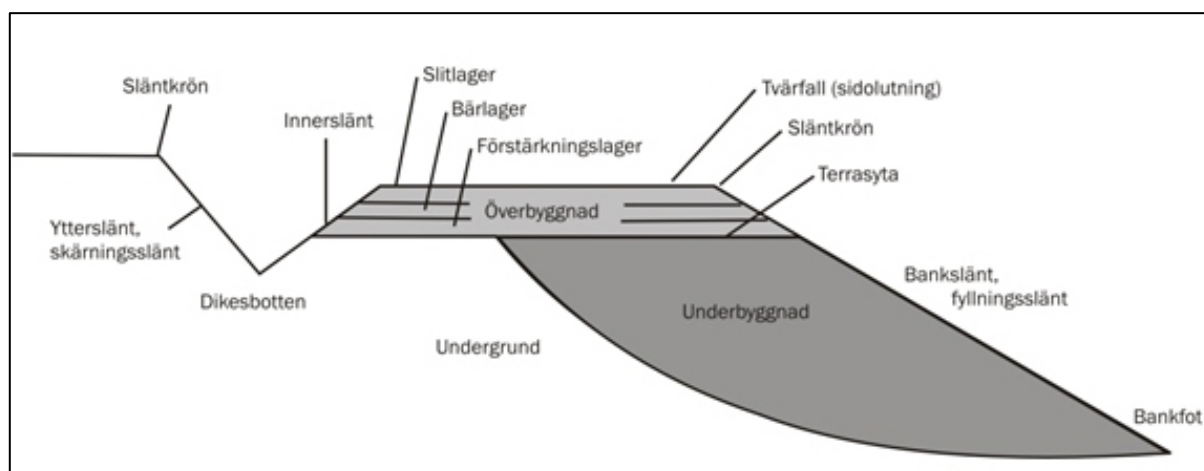
De flesta intervjuerna genomfördes via telefon. I många fall skickades ett mail ut till respondenterna med ett informationsbrev om examensarbetet och deltagande i intervjustudien innan intervjuer genomfördes och i vissa fall även intervjufrågorna. Det resulterade i att några svar gavs via mailkorrespondens. Intervjufrågorna hittas i bilaga 1.

## 3. Litteraturstudie

### 3.1 Asfalt och Vägkroppen

Asfalt består huvudsakligen av bindemedel och stenmaterial, ibland förekommer också någon form av tillsatsmedel. I en vanlig asfaltsmassa består 5 till 7 vikt-% av bindemedel och 93 till 95 vikt-% av stenmaterial (NVF 2000). Stenmaterialet består i sin tur av krossad och sorterad sprängsten medan bindemedlet i huvudsak består av bitumen i olika former. Bindemedlets uppgift i en asfaltsbeläggning är att hålla ihop stenmaterialet, skydda det från påverkan av klimatet, ge beläggningen flexibilitet och en lastfördelande förmåga. Med flexibilitet menas att beläggningen ska kunna forma sig efter långsamma rörelser som uppkommer i underlaget på grund av temperatur och fukt utan att deformationer uppkommer (Agardh & Parhamifar 2014).

Enligt Asfaltskolan (2015) tillverkas asfalt genom att stenmaterial och bindemedel värms upp och blandas i ett asfaltverk till en färdig asfaltsmassa. Asfalten ingår sedan i en vägkropp som i huvudsak består av en överbyggnad och en underbyggnad enligt figur 4 (VTI 2015). Asfalten förekommer vidare i överbyggnaden och det är därför delar av överbyggnaden som återvinns vid en återvinning av asfaltsbeläggningar (Westergren 2004). Överbyggnadens huvudsakliga uppgift är att fördela trafikbelastningen så att underbyggnaden inte utsätts för större last än den klarar av. Det finns tre olika huvudtyper av överbyggnader; flexibla, styva och halvstyva. Olika variationer med olika kombinationer av materiallager förekommer sedan inom dessa, alla med olika funktion och egenskaper. Några exempel på materiallager i en överbyggnad är slitlager, bärlager (bundet och obundet), förstärkningslager, skyddslager och terrass (Agardh & Parhamifar 2014). Enligt Granhage (2009) är bundna bärlager stabiliserade med någon typ av bindemedel medan obundna bara utgörs av packat stenmaterial.



**Figur 4** – Schematisk bild över vägens konstruktion (VTI 2015).

## 3.2 Återvinning av asfalt

Det finns flera olika typer av återvinningsmetoder vilka kan indelas i två olika grupper (Westergren 2004):

- De som sker på plats där befintligt asfaltlager återvinns direkt och används för underhåll och förbättringsarbete av befintliga vägar och gator.
- De som sker i olika typer av blandningsverk där inblandning av returafalt genomförs vid tillverkning.

I Vägverkets handbok av Westergren (2004) finns det ytterligare en åtgärd som kan räknas som återvinning av asfalt, nämligen utläggning av asfaltsgranulat som ett obundet lager i en vägkonstruktion. Med asfaltsgranulat menas asfalt som sönderdelats i mindre partiklar och utgörs ofta av en krossad eller fräst asfaltbeläggning som vanligen består av klumpar av bindemedel och stenmaterial. Återvinningen sker då inte genom någon särskild tillverkningsprocess och inget nytt bindemedel tillsätts. Materialet bearbetas och kompletteras snarare för att uppnå de egenskaper som krävs för önskad funktion (Westergren 2004). Enligt Westergren (2004) är metoden i huvudsak avsedd för vägar med liten trafik och kan exempelvis användas som slitlager på låg trafikerade grusvägar och som material till tillfälliga lagningar på vägar. Det saknas dock kvalitetsparametrar och gränsvärden för granulatets egenskaper vid olika användningar och användningsområdena är få (Westergren 2004). Någon vidare beskrivning av metoden ges därför inte i uppsatsen.

De återvinningsmetoder som sker på plats presenteras inte heller då det är avvecklingen av vägar- och gator i Malmberget som hamnar inom LKAB:s industriområde som undersöks för möjlighet till återvinning. Enligt Westergren (2004) sker återvinning i blandningsverk huvudsakligen genom fyra delmoment. Först avlägsnas asfalten från överbyggnaden i väggroppen, sedan hanteras den genom lagring och behandling, vidare framställs den och läggs ut varvid själva återvinningen sker. Det första momentet dvs. själva borttagningen av den asfalt som skall återvinnas avgör vad som händer i nästa behandling för att en viss användning ska bli möjlig. Vid ett dåligt borttagningsförfarande kan det i värsta fall leda till att en önskvärd återvinning inte är möjlig (Westergren 2004).

### 3.2.1 Borttagning av befintlig beläggning

Asfalt kan avlägsnas från befintlig konstruktion (väggroppen) genom grävning eller fräsning (Westergren 2004). Vilken teknik som används varierar för varje enskilt fall, efterföljande återvinningsteknik, vilka materialgrupper som förekommer och förekomst av andra material eller ämnen såsom jord eller lera (Westergren 2004). Grävning genomförs med grävmaskin och metoden har en större risk för att närliggande material som bärlager, jord och växter kommer med i massorna än om fräsning tillämpas. Detta kan i sin tur skapa en svårare efterbehandlingsprocess (Westergren 2004, Jacobson 2004 i Törnblom 2011). Vid fräsning används asfaltsfräsare som finns i flera storlekar och kan fräsa allt från några millimeter till hela beläggningar. En fördel med metoden är att det finns möjlighet att ta till vara på olika fraktioner och egenskaper för olika lager av asfalten (Jacobson 2004 i Törnblom 2011). Siktfrysning kan exempelvis vara lämplig då tjära förekommer i asfalten och man vill separera tjärhaltiga massor från rena då det möjliggör en enklare efterbehandling. Det kan

även vara lämpligt då man vill separera mer högkvalitativt stenmaterial från lager med sämre kvalitet. Generellt gäller att materialet i slitlagret har haft större krav på sig än det material som använts till bärlager exempelvis (Westergren 2004).

### 3.2.2 Hantering av befintlig beläggning

Enligt Vägverkets handbok av Westergren (2004), kräver borttagen beläggning olika behandling beroende på om den har grävts upp eller blivit fräst. Ofta krävs också mellanlagring under en kortare tid i avvaktan på resurser och lämpliga objekt för återvinning. Generellt genomgår då materialet flera steg när det anländer till ett mellanlager. Först tas det emot och grovsorteras efter hur materialet har tagits bort och delas in i olika grupper beroende på vilken kvalité materialet har. Uppgrävda och frästa material kan till exempel innehålla olika blandade materiallager från vägöverbyggnaden där asfalten togs bort samt lera, jord, grus och andra främmande ämnen. Materialet behöver då frångöras från dessa för att ge en renare produkt. Vidare krossas och skiktas materialet för att homogenisera returafalten och ge en jämnare sammansättning på den nya produkten. Mellanlagringen kan sedan ske på två olika sätt, genom temporärt anordnade mellanlager som återställs till ursprungligt skick efter användning eller genom permanent anordnade mellanlager för fortvarig verksamhet såsom vid återvinningsterminaler och stationära asfaltverk (Westergren 2004).

### 3.2.3 Tillverkning och utläggning av asfalt

Tillverkningen kan ske genom mobila eller stationära anläggningar (Westergren 2004). Om asfaltmassan har tillverkats i en stationär anläggning transporteras den vidare till utläggningsplatsen och om anläggningen är mobil ligger den ofta redan i anslutning till den. Utläggningsenheten lägger sedan ut asfalten för hand eller med en läggare. Den utlagda asfalten komprimeras sedan med vibratorplatta eller vält och en ny asfalterad yta är färdig (Tykesson 2010).

## 3.3 Återvinning i blandningsverk

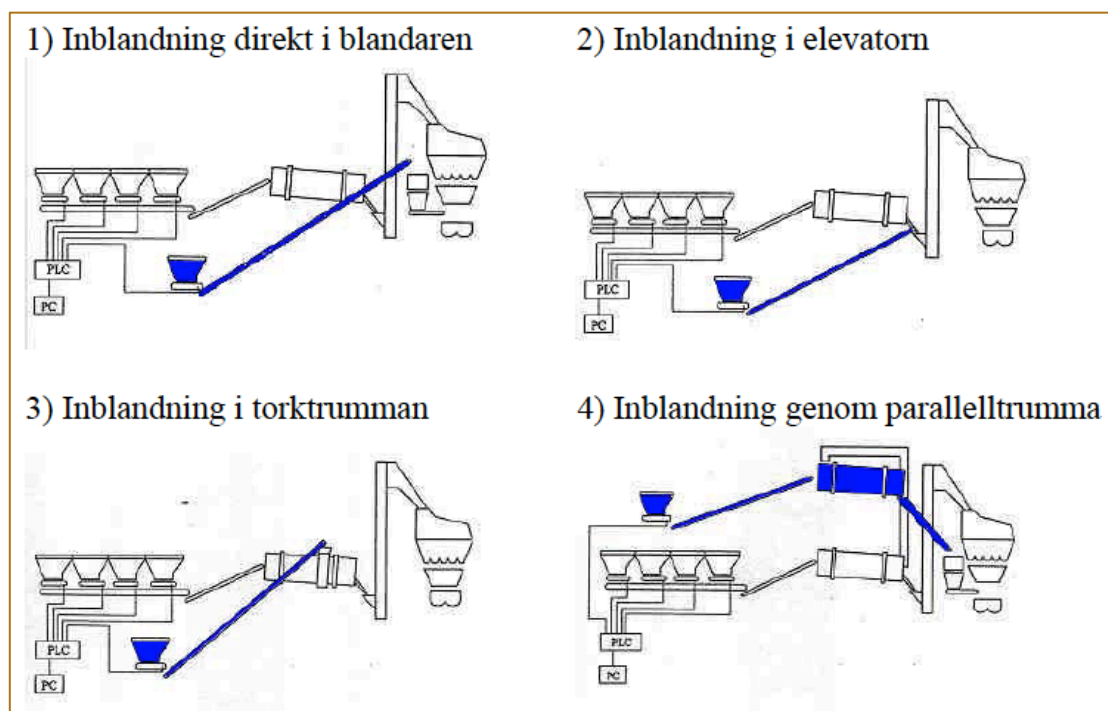
I Vägverkets handbok av Westergren (2004), beskrivs olika tillverkningstekniker för återvinning av asfalt i blandningsverk. Blandningsverken är i huvudsak likadana som de som används för tillverkning av asfaltmassor som endast består av jungfruliga material. Skillnaden ligger i tillverkningen där återvunna asfaltmassor blandas i den nya massan vid återvinning medan endast jungfruliga material används i en traditionell asfaltmassa. Tillverkningsteknikerna skiljer sig sedan i huvudsak mellan vilken temperatur asfaltmassan tillverkas i. Den kan tillverkas varmt, halvvarmt och kallt vilket innebär att återvunna asfaltmassor antingen är varmblandade, halvvarma eller kalla (Westergren 2004).

Det finns i huvudsak två olika typer av blandningsverk för tillverkning av asfalt (Westergren 2004, Hellman & Morgin 2009). Diskontinuerliga verk, även kallade satsblandningsverk och kontinuerliga, även kallade trumblandningsverk (Andersson & Danielsson 1995 i Hellman & Morgin 2009). I satsblandningsverk sker inblandningen satsvis och i trumblandningsverk doseras materialandelarna kallt. Generellt tillsätts returafalt i en viss mängd och blandas med

jungfruligt material vid återvinning. Med returafalt menas asfalt som tagits bort från befintlig vägkonstruktion och vid inblandningen är den i form av asfaltsgranulat. Med asfaltsgranulat menas att returafalten har sönderdelats i mindre partiklar. Mängden inblandad returafalt varierar med processutrusning, hur returafalten tillsätts i utrustningen i vissa fall, returafaltens egenskaper och vilka krav som ställs på den färdiga produkten. Generellt gäller dock för alla återvinningsmetoder att ju större iblandning av returafalt desto större betydelse får kvaliteten hos returafalten för det nya lagrets prestanda (Westergren 2004). I Vägverkets handbok av Westergren (2004), rekommenderas en mindre inblandning av returafalt vid varm återvinning (20-30 %), en högre vid halvvarm (ca 80 %) och den högsta vid kall återvinning (upp till 100 %). De högre inblandningsmängderna vid halvvarm och kall återvinning beror till stor del på att det ställs högre krav på varma massor. Tillsatser på upp mot 20-30 % vid varm återvinning kan exempelvis under rätt förutsättningar ge en likvärdig prestanda som en asfaltmassa som enbart består av jungfruligt material (Westergren 2004). Vid inblandningar om 30-50 % finns det däremot risk för att de mekaniska egenskaperna påverkas negativt i varma massor (Hellman et al. 2011).

### 3.3.1 Varm återvinning i verk (135 -180 grader)

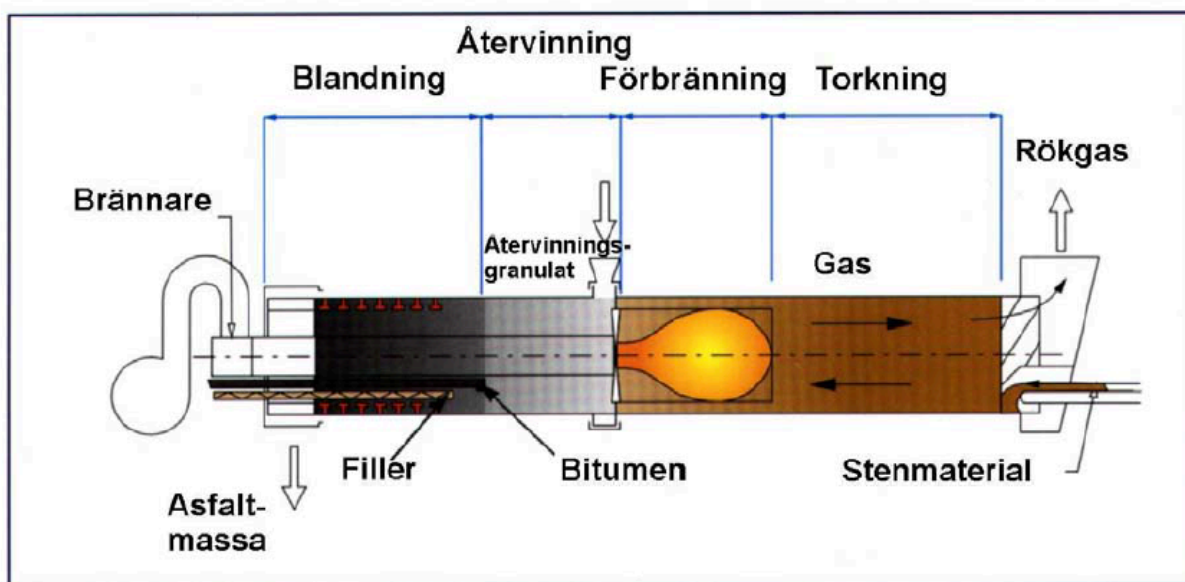
Enligt Westergren (2004) kan den största mängden processad returafalt dvs. asfaltsgranulat oftast tillsättas i trumblandningsverk medan satsblandningsverk med parallelltrumma tillåter de högsta inblandningarna i olika typer av satsverk för varmblandade asfaltmassor. En parallelltrumma är en utrustning för separat uppvärmning av asfaltsgranulatet. Asfaltsgranulat kan tillsättas på fyra olika sätt i ett satsblandningsverk. Det kan som i figur 5 ske genom att returafalten tillsätts direkt i blandaren, i elevatorn, torktrumman eller genom en parallelltrumma (Westergren 2004).



**Figur 5** – Schematisk skiss över verk för satsvis tillverkning av varm massa. Blåfärgade ytor markerar var asfaltsgranulatet tillsätts i processen (Westergren 2004, s 28)

När returafalten tillsätts direkt i blandaren värms det upp av massan däri och när det tillsätts i elevatorn värms det upp av varmt stenmaterial vilket även sker när returafalten tillsätts direkt i torktrumman (Westergren 2004). Dessa inblandningsätt innebär att stenmaterialet måste överhettas för att den slutliga asfaltmassan ska få tillräckligt hög temperatur. Överhettningen kan i sin tur påverka det nya och det gamla bindemedlet så att det hårdnar vilket kan ge styva och svårarbetade massor. Fördelen med en parallelltrumma är att stenmaterialet normalt inte behöver överhettas och att utsläpp av rökgaser från parallelltrumman förbränns i den ordinarie trumman vilket minskar utsläppen. Parallelltrumman möjliggör också större inblandning av returafalt än de tre första metoderna som normalt klarar upp till 20 % inblandning (Westergren 2004). Vidare har satsblandningsverk för varm tillverkning vanligen en kapacitet på 80-300 ton/h och är lämplig där många byten av asfalttyper sker. De är ofta fasta anläggningar placerade nära en bergtäkt för att minska transporterna och är också den vanligaste typen av verk som förekommer i Sverige (Andersson & Danielsson 1995 i Hellman & Morgin 2009).

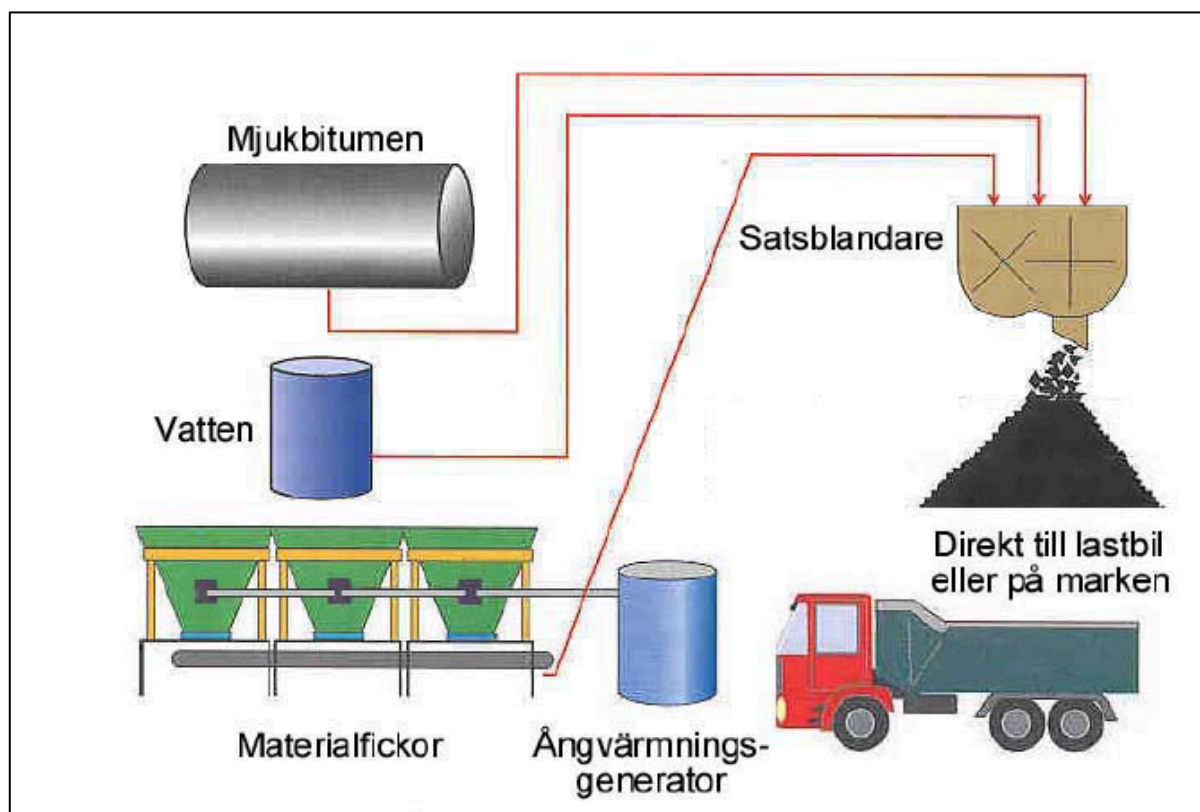
I Vägverkets handbok av Westergren (2004) beskrivs också hur tillverkning i ett trumblandningsverk för varmblandade massor (figur 6) går till. Torkning, värmning och blandning av asfalten sker då i en roterande trumma. Inbladningen av asfaltsgranulat (returafalt) sker vanligen direkt i trumman men kan i vissa verk förvärmas genom att granulatet får passera en utanpåliggande trumma (Westergren 2004). Trumblandningsverk har vanligen en högre kapacitet än satsblandningsverk, 40-600 ton/h och är därför bra när stora volymer ska produceras men fungerar sämre än satsblandningsverk då många byten av asfaltstör ska göras (Andersson & Danielsson 1995 i Hellman & Morgin 2009).



**Figur 6** – Skiss av trumblandningsverk med tillsats av asfaltsgranulat (Westergren 2004, s 28)

### 3.3.2 Halvvarm återvinning i verk (50-120 grader)

Enligt Westergren (2004) skiljer sig blandningsverk för tillverkning av halvvarma massor inte mycket från de som används vid kall återvinning och kan även användas för tillverkning av traditionella asfaltmassor med samma tillverkningsstemperaturer. Både satsblandningsverk och kontinuerliga verk förekommer men vanligast är att satsverk används vid halvvarm tillverkning. Verken är lätta att flytta, har en igångsättnings tid på några timmar och en produktionskapacitet på ca 100-150 ton i timmen. Figur 7 visar en schematisk bild på hur tillverkning av halvvarma massor går till (Westergren 2004).



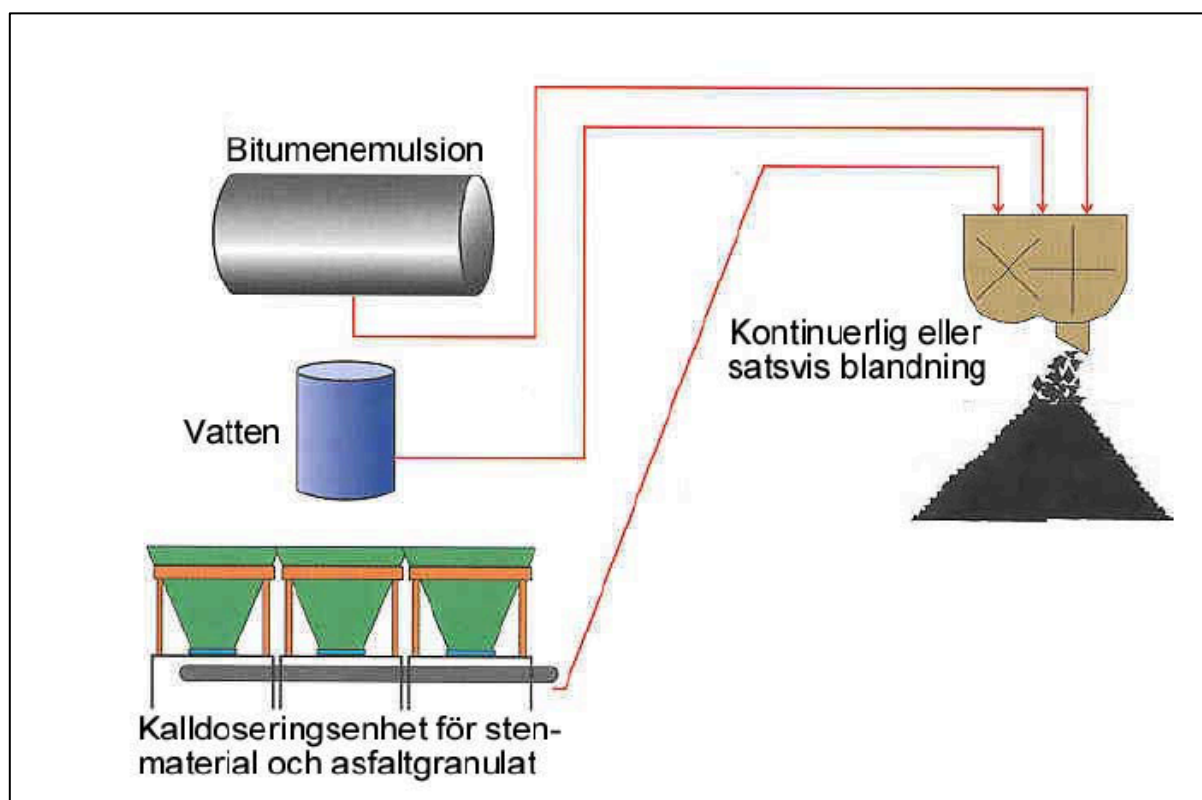
**Figur 7** – Schematisk bild över tillverkning av halvvarma massor (Westergren 2004, s 30)

Stenmaterialet och asfaltgranulatet värms upp med vattenånga eller i torktrumma innan de transporteras till blandaren, i den schematiska bilden sker det med vattenånga genom en ångvärmningsgenerator (Westergren 2004). Vidare tillsätts vatten och bindemedlet mjukbitumen till blandaren. Mjukbitumen är lättflytande och finns i olika hårdhetsvarianter som i sin tur påverkar vilken typ av väg som den färdiga massan är lämplig till. Hårdare bitumensorter passar till vägar med högre krav på styvhet och stabilitet medan mjukare är mer lämplig där flexibla egenskaper efterfrågas såsom vägar med dålig bärighet, ojämna tjällyftningar eller där vintrarna är stränga. Tillsatsmedel är också vanligt i halvvarma massor och det är främst vidhäftningsmedel (ca 1,2 vikt-% av tillsatt bindemedel) som används för att massan ska få en bra motståndsförmåga mot vatten (Westergren 2004).



### 3.3.3 Kall återvinning i verk (upp till 50 grader)

Kall återvinning kan precis som halvvarm och varm återvinning ske genom kontinuerlig eller satsvis inblandning enligt Westergren (2004). Figur 8 visar en princip skiss av ett verk för tillverkning av kallblandad asfalt. Till den kontinuerliga eller satsvisa blandningen tillsätts stenmaterial, returafalt (asfaltgranulat), vatten och bindemedel som vanligen består av bitumenemulsion. Vatten tillsätts vid blandningen av den nya asfalten då det har en smörjande effekt och kalla massor lätt kan bli tröga. Skillnaden mellan kontinuerlig och satsvisinblandning är i huvudsak att inblandningen av material sker kontinuerligt i kontinuerliga verk och satsvis i satsvisa verk, dock är tillverkning i kontinuerliga verk mer vanligt förekommande. Blandningsverken är också lätta att flytta vilket minskar transportbehovet då de kan ställas upp nära vägobjektet eller mellanupplaget. De kan normalt producera 100-150 ton i timmen och är lämpliga för småskalig verksamhet (Westergren 2004).



**Figur 8** – Skiss av verk för tillverkning av kallblandad asfalt med återvunna material (Westergren 2004, s 30)

Utmärkande för den kalla återvinningen är att det är en resurssnål teknik som inte kräver uppvärmning av returafalt eller stenmaterial (Westergren 2004). Det är endast bindemedlet i form av bitumenemulsion eller bitumenskum som värms upp något, vanligen upp till mellan 50 och 70 grader. Bitumenemulsion är en bitumenblandning som emulgerats till en vattenfas vilket gör massan möjlig att hantera vid lägre temperatur än vanligt bitumen. Olika hårdhetsklasser på det bitumen som används i emulsionsblandningarna används också precis som vid halvvarm återvinning vilket påverkar vilken typ av väg som den färdiga massan är lämplig till (Westergren 2004).

## 3.4 Olika krav vid återvinning och återvinning av asfalt

### 3.4.1 Återvinning

Det finns vissa kriterier för att en åtgärd ska räknas som återvinning och inte ett bortförskaffande enligt Miljösamverkans tillsynshandledning för hantering av schaktmassor (Miljösamverkan 2010). Miljösamverkan syftar till att stödja och effektivisera myndigheternas miljötillsyn och består av ett antal projektsamarbeten (Miljösamverkan 2015). Enligt Miljösamverkan (2010) krävs det att en åtgärd har ett tydligt syfte som kan motiveras (eg. fylla en reell funktion) och att åtgärden är definierad i tid och rum för att det ska räknas som en återvinning och inte ett bortförskaffande. Återvinningen ska heller inte öka föroreningsbelastningen på platsen för anläggningen och mer avfall än vad som behövs för ändamålet ska inte användas enligt hushållningsperspektivet (Miljösamverkan 2010). Ett exempel på när en åtgärd räknas som bortförskaffande är exempelvis ett anläggande av parkeringsplats mitt i skogen då åtgärden saknar verkliga syften men det kan också vara så att större mängder avfall än vad som behövts för ändamålet har använts. Det kan däremot anses som återvinning om parkeringsplatsen används och rimliga mängder avfall har använts till att anlägga den (Miljösamverkan 2010). Det är därför viktigt att planera när, var och hur en asfaltsmassa ska återvinnas innan den tas bort.

### 3.4.2 Mellanlagring

Mellanlagring av avfall är ofta anmälnings- eller tillståndspliktigt enligt miljöprövningsförordningen (2013:251), 29 kap, beroende på mängden avfall, typ av avfall och typ av anläggning. Kontakt bör därför tas med den myndighet som har tillsynsansvaret innan exempelvis ett temporärt anordnat mellanlager upprättas. Det är också viktigt att returafaltens användning planeras in så att mellanupplagen med returafalt används kontinuerligt då mellanlagring av avfall som ska återvinnas eller behandlas får ske under en kortare period än 3 år (Miljösamverkan 2010). Efter det räknas mellanupplaget som en deponi, beskattas enligt lag (1999:673) om skatt på avfall och enligt 4§ ska avfallsskatt betalas med 500 kr per ton avfall. Tillsynsmyndigheten kan dessutom förelägga verksamhetsutövaren att söka tillstånd för en deponianläggning vilket bland annat innebär krav på botten tätning och geologisk barriär då en avfallsdeponi omfattas av kraven i deponeringsförordningen. Det innebär i sin tur att tekniska åtgärder kommer att krävas för att fullgöra deponeringsförordningens krav (Miljösamverkan 2010).

### 3.4.3 Krav på returafalt och jungfrulig beläggning

De egenskaper som en ny väg förväntas uppfylla är samma för en asfaltbeläggning som läggs med återvunnen massa som för en med endast jungfruliga material (Westergren 2004). Egenskaperna handlar i huvudsak om deformationsresistens, utmattningstålighet, flexibilitet, friktion och jämnhet. Vissa egenskaper gäller för hela konstruktionen medan andra är lagerbundna såsom att slitlager ska ha hög slitningsresistens och bärlager en bra lastfördelande förmåga (Westergren 2004). Tekniska krav och råd finns vidare för vägar med både jungfruliga och återvunna material, bland annat hos Trafikverket och i olika standarder. I Trafikverkets krav för bitumenbundna lager finns exempelvis olika material- och varukrav som en levererad produkt ska uppfylla (Trafikverket 2014). Den produktstandard som gäller

för återvunnen asfalt är SS-EN 13108-8 i fråga om materialspecifikationer men även andra SS-EN standarder är tillämpliga på återvunna massor, såsom olika provningsmetoder för varmblandad massa (SS-EN 12697-3). I Trafikverkets krav för bitumenbundna lager finns också olika specifikationer om vad som gäller för återvunna massor. Där ingår exempelvis vad som ska ingå i ett arbetsrecept vid olika metoder såsom typ av återvinningsmassa, mängd och typ tillförda material (ballast och bindemedel) samt asfaltsgranulatets bitumenhalt. Även funktionskrav, provtagning, proportionering och sammansättning på återvunna massor ingår (Trafikverket 2014). Asfaltsmassor med återvunna material och asfaltsmassor med jungfruliga är alltså båda reglerade. Skillnaden är i huvudsak att återvunna material är mer komplicerade att arbeta med då de är förknippade med flera olika problemområden vilket framgår i Vägverkets handbok av Westergren (2004). Bindemedlets egenskaper i returafalt har exempelvis förändras genom att det hårdnar vid tillverkning (uppvärmning och blandning i ett asfaltverk), transport, utläggning och under brukstiden. Stenmaterialets kornform och kornstorleksfördelning har också påverkats då asfaltsbeläggnings tas bort och behandlas på olika sätt fram till att asfalten återvinns (Westergren 2004).

### 3.5 Hitta återvinningsmetod och användningsområden

Det finns ett antal olika faktorer som påverkar vilken återvinningsmetod som passar till vilket användningsområde för återvunnen asfalt. Det handlar i huvudsak om trafiken, klimatet och förekomst av tjärasfalt (Westergren 2004). Särskilt fokus har lagts på tjärasfalt då det finns en stor risk att vägarna i Malmberget innehåller det (LKAB 2015a, Lindgren 2004). Möjligheten till att etablera mobila asfaltverk för återvinning påverkar i sin tur förutsättningarna för att kunna välja olika typer av återvinningsmetoder varvid information om det också presenteras (Westergren 2004).

#### 3.5.1 Trafikbelastning, klimat och mobila asfaltverk

##### **Trafikbelastning**

Trafikbelastningen påverkar återvinningsmetodernas lämplighet för olika typer av asfalterade ytor, i tabell 3 benämns dessa som objekttyper (Westergren 2004). Det beror på att olika återvinningsmetoder ger olika högvärdiga material. Vägar med hög trafikbelastning kräver ett mer högvärdigt material än vägar som är låg- och medeltrafikerade. Varm återvinning ger exempelvis ett mer högvärdigt material än halvvarm och kall återvinning vilket vanligen begränsar återvinningen till varm teknik för vägar med en hög trafikbelastning (Westergren 2004). Asfalten påverkas också av hur länge den blir belastad då risken för att deformationer uppkommer på grund av fordonens vikt ökar när asfalten belastas under längre perioder (Agardh & Parhamifar 2014). Enligt tabell 3 rekommenderas exempelvis varm återvinning till industriplaner, busshållplatser och signalkorsningar med en årsdygnstrafik på > 4000 medan halvvarm och kall återvinning inte rekommenderas (Westergren 2004). Årsdygnstrafik är enligt Trafikverket (2014) ett mått på medeltrafikflödet av fordon per dygn för ett visst år och för ett visst vägavsnitt.

**Tabell 3** – Olika återvinningsmetoders lämplighet för olika objekttyper. Tabellen tar endast hänsyn till de återvunna beläggningarnas mekaniska egenskaper i förhållande till respektive kategori. Trafikbelastningen anges som ÅDT vilket står för årsdygnstrafik. Röd färg indikerar på att metoden inte är lämplig för den typ av väg eller trafikbelastning som listas under objekttypen. Gul färg indikerar att metoden inte är tillräckligt utredd för återvinningsmetoden och grön färg visar på att metoden anses som lämplig (modifierad utifrån Westergrens (2004, sid 55) tabell 6-1).

Objekttyp	Varm återvinning	Halvvarm återvinning	Kall återvinning
Rullbanor, taxibanor, stationsplattor			
Gator och vägar ÅDT > 4 000, industriplaner, busshållplatser, signalkorsningar			
Gator och vägar ÅDT 1 500 – 4 000			
Korsningar med trafik ÅDT < 1 500 Utsatta för mekanisk åverkan, parkeringsplatser			
Gator och vägar ÅDT < 1 500 vägrenar, GC-vägar, gårdsytor, planer med liten trafik			

## Klimat

I Vägverkets handbok av Westergren (2004) framgår det att klimatet också påverkar olika återvinningsmetoders lämplighet i olika områden. Det handlar delvis om att antal sommar-, höst-, vinter- och vårdagar per år skiljer sig åt i landet och att olika asfaltsbeläggningar (varma, halvvarma och kalla) är lämpliga att läggas ut vid olika temperaturer eftersom det tar olika lång tid för dem att hårdna. Kalla och halvvarma asfaltmassor tar exempelvis längre tid på sig att hårdna vid utläggning än varma massor. I Vägverkets handbok av Westergren (2004), rekommenderas därför inte utläggning av halvvarma och kalla massor då temperaturen ligger under 5 plusgrader. Samtidigt klarar halvvarma och kalla asfaltmassor låga temperaturer bättre än varma asfaltmassor. Det beror på att olika tillverknings sätt för asfaltbeläggningar kräver olika typer av bindemedel. I kalla och halvvarma tillverkningsprocesser används vanligen mjukare bindemedelssorter såsom mjukbitumen och bitumenemulsion medan bitumen som är en hårdare bindemedelssort används vid varm tillverkning (Westergren 2004). Halvvarm och kall asfalt är därför mjukare än varm asfalt och generellt påverkar temperaturen asfaltens styvhet så att den under sommaren är mjukare och under vintern hårdare och sprödare. Asfaltsbeläggningar i områden med långa kalla vintrar blir också därför hårdare och sprödare med risk för sprickbildning under längre perioder än beläggningar i varmare områden. Det är också därför ett kallare klimat i regel kräver mjukare beläggningar medan varma kräver hårdare (Agardh & Parhamifar 2014).

## Mobila asfaltverk

Möjligheten till att etablera mobila asfaltverk för återvinning påverkar förutsättningarna för att kunna välja olika typer av återvinningsmetoder. I Vägverkets handbok av Westergren (2004) anges vilka återvinningsmetoder som är lämpliga för vilka mängder asfalt när en etablering av ett mobilt asfaltverk anses nödvändigt. Om volymen är för liten kan det exempelvis innebära att en uppställning av ett mobilt verk blir för dyrt. Viktigt att beakta är dock att möjligheter till samordning av olika objekt och beställare i närområdet också kan ha betydelse för metodval och pris. Enligt Vägverkets uppskattning (tabell 4) kräver varm tillverkning de största volymerna medan kall tillverkning kräver de minsta. Om det däremot redan finns ett stationärt eller mobilt verk etablerat kan de givetvis användas för återvinning av mindre mängder asfalt med olika återvinningsmetoder (Westergren 2004).

**Tabell 4** – Mängd asfalt i förhållande till etablering av mobilt asfaltverk. Röd färg indikerar att tekniken inte är lämplig för mängden, gul visar att det är möjligt men mindre lämpligt än grön som visar på att en etablering är lämplig i förhållande till mängden (modifierad utifrån Westergrens (2004, sid 57) tabell 6-2).

Metod	Varm	Halvvarm	Kall
<i>Ton massa</i>	<i>Verk</i>	<i>Verk</i>	<i>Verk</i>
< 500			
500-1 500			
1 500 – 2 500			
2 500 – 5 000			
5 000 – 10 000			
>10 000			

### 3.5.2 Tjärasfalt

Asfaltsbeläggningar som innehåller vägtjära brukar benämnas tjärasfalt (Lindgren 2004). Vägtjära innehåller i sin tur stenkoltjära som innehåller polycykliska aromatiska kolväten (PAH). PAH är en stor ämnesgrupp med ett antal ämnen som kategoriseras som cancerframkallande (Westergren 2004). Vägtjära användes fram till början av 1970-talet som bindemedel och vidhäftningsmedel i bituminösa beläggningar och kan förekomma i både slit- och bärlager i vägar anlagda före 1974 i hela landet (Lindgren 2004).

Tjärhaltiga asfaltsbeläggningar skiljer sig från beläggningar utan tjära i avseende på hantering, möjligheter till återvinning och vilka krav som ställs på mellanlagringen (Westergren 2004). Beroende på vilka halter av PAH som påträffas vid provtagning kan massorna klassas som farligt avfall enligt avfallsförordningen (SFS 2001:1063). Det förutsätter att det har uppstått ett avfall då det inte finns något krav på att sanera vägar som innehåller tjära. Med antagandet om att en vägsträcka ska avvecklas och inte lämnas kvar uppstår avfall och då kan tjärhaltiga massor återvinnas, deponeras eller destrueras. Det är viktigt att beakta materialets föroreningsgrad, egenskaper, volymen massor, möjligheten att

separera förorenade massor från övrig asfalt och möjligheter till mellanlagring innan man väljer vad som skall göras med tjärasfalten. Det är dock föroreningsgraden som avgör var och hur tjärasfalten kan återvinnas samt hur den får mellanlagras (Lindgren 2004).

### **Vägverkets riktlinjer - Föroreningsgrader, mellanlagring och återvinning**

Vad gäller återvinning av asfaltsbeläggningar med olika föroreningsgrader av tjärasfalt (eg. PAH) finns det olika riktlinjer. Vägverket har år 2004 tagit fram en handledning om hantering av tjärhaltiga beläggningar (Lindgren 2004), där det anges att tjärasfalt med halter <70 ppm 16 PAH kan användas både som slit- och bärlager då massorna betraktas som fria från stenkoltjära. Vid halter högre än 70 ppm 16 PAH får de användas till nya bundna eller obundna bärlager som täcks med ett tätt slitlager och till bullervallar som täcks av plastduk eller annat skyddslager som är vattenavledande. De återvunna massorna ska också läggas ovan grundvattenytan. Överstiger halten 300 ppm 16 PAH får de dessutom inte användas inom känsliga markområden (Lindgren 2004).

Mellanlagring av massor med halter mellan 300 – 1 000 ppm 16 PAH är också reglerad (Lindgren 2004). Nykrossad tjärasfalt med totalhalter större än 1 000 ppm kan ge allvarlig miljöpåverkan via utlakning enligt lakstudier i laboratorium. Risken bedöms däremot som ringa vid totalhalter < 300 ppm. Mellanlagring av massor med halter mellan 300 – 1 000 ppm 16 PAH får därför inte ske på känsliga områden, exempelvis vattenskyddsområden. I Vägverkets publikation, hantering av tjärhaltiga beläggningar (Lindgren 2004), finns flera rekommendationer för mellanlagring av tjärhaltiga massor. Mellanlagringen ska bland annat ske under så kort tid som möjligt, lakvatten ska antingen förhindras att bildas genom att massorna täcks eller omhändertas genom att lagringen sker på ett tätt underlag och att anordning för att omhänderta vattnet finns. Vidare kan tjärhaltiga massor ge upphov till en irriterande lukt vid mellanlagring och hantering och det kan vara viktigt att täcka tjärhaltiga massor eller att fukta dem lätt för att minska dammbildning och lukt. Krossning och siktning bör också ske först då materialet ska användas. Ingen ökad arbetsmiljörisk har dock konstaterats vid grävning eller krossning då halterna legat mellan 100-600 ppm 16 PAH (Lindgren 2004).

I fråga om själva tillverkningen av asfalt med inblandning av returafalt som innehåller PAH rekommenderar Lindgren (2004) kall- eller halvvarm återvinningsmetod då halterna av luftburna utsläpp av PAH kan öka om massorna värms upp till mellan 110 - 160 grader och utsläppen bedöms vara låga vid lägre temperaturer. Varm återvinning bör genomföras med försiktighet, särskilt om massorna överhettas till över 180 grader då det riskerar att generera mycket förhöjda halter av PAH i rökgaserna (Lindgren 2004).

### **Naturvårdsverkets riktlinjer och Miljösamverkans tillsynshandledning**

I Miljösamverkans tillsynshandledning (2010), för hantering av schaktmassor, behandlas också återvinning av asfalt och tjärhaltiga beläggningar. I tillsynshandledningen uppges att Stockholm, Göteborg och Malmö använder sig av gränserna i Vägverkets handbok av Lindgren (2004). Naturvårdsverket (2010) har dock inte har tagit ställning till dessa riktlinjer i deras handbok om återvinning av avfall i anläggningsarbeten. I handboken saknas nivåer för utlakningsrisker av PAH (L,M och H) varvid endast halter finns angivna för bedömning. De halter som ligger under ringa risk är 0,5 till 2 mg/kg torrsustans PAH och enligt handboken

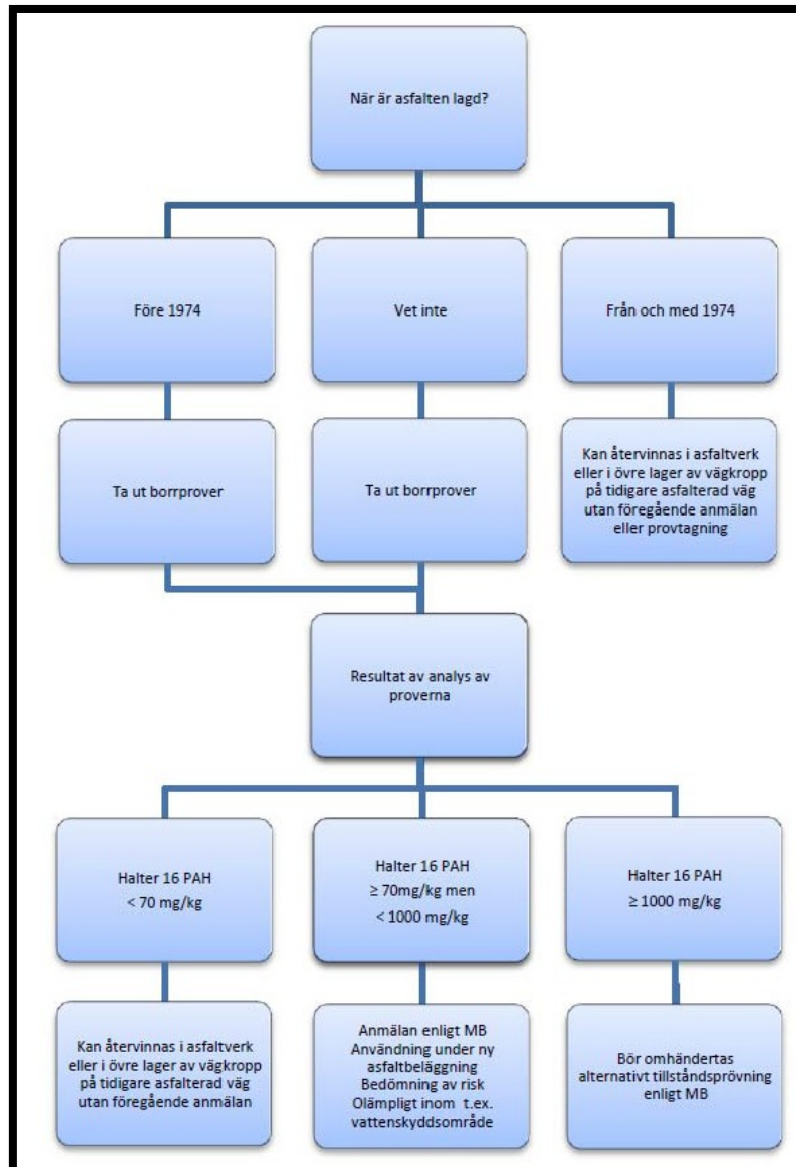
ska den möjliga användningen för avfall som överskrider nivåerna avgöras efter en anmälan eller tillståndsprövning av verksamheten (Naturvårdsverket 2010).

I Naturvårdsverkets vägledning (2013), klassning av farligt avfall, finns också en lista över avfall som klassas som farligt tills dess motsats visas. Där listas bitumenblandningar som innehåller stenkolstjära och bedöms utifrån halterna på USEPA 16 PAH och USPEA 7 PAH som utgör indikatorsubstanser. De cancerframkallande egenskaperna anses vara mer avgörande än de ekotoxiska och enligt vägledningen anses avfallet som icke farligt om USPEA 16 PAH är mindre än 300 ppm eller USPEA 7 PAH är mindre än 100 ppm (Naturvårdsverket 2013). Vilka ämnen, typer av PAH som ingår i USEPA 16 PAH och USPEA 7 PAH finns i bilaga 2.

### **Försiktighetsåtgärder och kontakt med lokala myndigheter vid återvinning**

Det finns inget förbud mot att återvinna farligt avfall men det kräver särskilda försiktighetsåtgärder (Miljösamverkan 2010). Innan ett beslut om återvinning av tjärhaltiga massor tas, oavsett om asfalten har klassats som farligt avfall eller inte, ska den lokala miljömyndigheten kontaktas om hur massorna ska hanteras. Halter, mängder, hur mellanlagring ska genomföras samt var och hur återvinningen planeras att genomföras ska redovisas. Myndigheten avgör sedan om en anmälan eller ett tillstånd krävs för åtgärden (Lindgren 2004).

I Miljösamverkans tillsynshandledning (2010), för hantering av schaktmassor, finns en schematisk bild (figur 9) på hur en bedömning av en återvinning med tjärasfalt kan gå till. Om asfalten är lagd före 1974 eller om det saknas uppgifter om när asfalten lades ska borrprover tas ut och analyseras. Prover kan också göras ur materialhög om asfalten redan schaktats bort. Omfattningen av provtagningen avgörs från fall till fall och olika halter avgör i sin tur om det krävs en anmälan eller ett tillstånd för åtgärden (Miljösamverkan 2010).



Figur 9 – Schematisk bild över bedömning av asfalt vid återvinning (Miljösamverkan 2010, s 34).

### Möjligheter till återvinning av tjärhaltiga beläggningar

Det finns generellt goda möjligheter att återvinna vägbeläggningar med lager som innehåller stenkoltjära (Westergren 2004). Vid en kall återvinning behöver inte materialet värmas upp och riskera luftutsläpp av PAH. Vidare kan bindemedlen bitumenemulsion och/eller cement tillsättas vilket kapslar in tjäran och minskar risken för utlakning när den återvunna tjärasfalten ligger i vägen som ett nytt beläggninglager. Dock bör en relativt hög halt av nytt bindemedel tillsättas för att effekten av inkapslingen ska bli så bra som möjligt. Risken för utlakning minskas ytterligare genom att den återvunna tjärasfalten används till bärlager under ett tätt slitlager. En noggrann packning ger en bra inkapsling och en halvvarm återvinning kan ge en något bättre effekt på inkapslingen eftersom massan värms till mellan 60-80 grader vilket i sin tur underlättar packningen av materialet. Lukten av tjära kan dock bli mer påtaglig men risken för förhöjda halter av PAH i rökgaserna bedöms däremot vara låg. Något som är särskilt viktigt att beakta vid en återvinning av tjärhaltiga beläggningar är själva



borttagningen av asfalten från den befintliga vägkonstruktionen. Lager av tjärasfalt bör grävas och inte fräsas bort med anledning av att fräsning ger upphov till en starkare lukt än uppgrävning och att materialet granuleras mer vilket kan försvåra mellanlagringen av massorna (Lindgren 2004).

Om man istället vill separera tjärhaltigt material från övriga massor är det viktigt att veta att tjärhaltiga beläggningar vanligtvis förekommer i de understa lagren av beläggningskonstruktionen idag då underhåll och förbättringsåtgärder med största sannolikhet har genomförts på vägar som anlades före år 1974 (Lindgren 2004). De övre lagren som inte innehåller tjära kan då fräsas bort och det resterande tjärhaltiga materialet kan sedan grävas upp. Om hela beläggningsarbetet tas bort genom fräsning är risken för att tjärhaltigt material kommer med större (Westergren 2004).

### **Tidigare undersökningar - miljöpåverkan**

I Miljösamverkans tillsynshandledning (2010), för hantering av schaktmassor, uppges att Vägverket har genomfört både mark- och vattenprovtagning under 10 års tid kring upplag av asfalt som innehåller stenkolstjära samt i och kring vägar med återvunnen asfalt. Av de uppföljningar som genomförts har inga indikatorer på att omgivningen påverkats negativt påvisats. Utläggning av massor med halter över 1 000 ppm 16 PAH har genomförts i försöken och de provtagningar som genomförts på vägar där cancerogena PAH konstaterats har visat på att halterna avtar med tiden och att risken för spridning utmed vägen är låg (Miljösamverkan 2010).

Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) har också återvunnit tjärasfalt genom kall återvinning med skummat bitumen på E4 via Makaryd år 2004-2006 (Jacobson 2007). Asfalten användes som bärlager under ordinarie asfaltsbeläggning och inkapslades med skumningsteknik i ett verk på plats vid vägen. För att minska risken för utlakning, damning och lukt förvarades de uppgrävda massorna på lämplig plats i väglinjen, täckta under presenningar tills de återvanns. Inga PAH:er kunde detekteras i marken eller i ett närliggande vattendrag under lagringen och produktionen av skumasfalt. Miljöprovtagningen vid avvecklingen av upplagsplatsen och där asfaltverket stod visade dock att det är viktigt att städa upp ordentligt efter sig då kvarvarande material eventuellt kan ge upphov till viss miljöpåverkan (Jacobson 2007).

### **3.6 Återvinna eller inte återvinna?**

Det finns flera drivkrafter till en återvinning. Uttaget av ändliga resurser som grus, stenmaterial och olja minskar samtidigt som avfallsmängderna till deponi och transporterna också kan bli mindre (Miljösamverkan 2010). Även kostnader som finns förknippade med en deponering kan vara drivande då deponier beskattas enligt lag (1999:673) om skatt på avfall med 500 kr per ton avfall (4§). Vidare finns det också politiska drivkrafter till en återvinning av asfalt. Återvinning kopplar till flera av våra nationella miljökvalitetsmål där den huvudsakliga kopplingen finns till miljömålet ”Giftfri miljö”, men även ”God bebyggd miljö” och ”Begränsad klimatpåverkan” berörs (Miljösamverkan 2010). Enligt miljömålet ”God bebyggd miljö” ska den totala mängden genererat avfall inte öka och miljömålet ”Begränsad

klimatpåverkan” kopplar till avfallsåtervinning bland annat genom minskade eller ökade transporter. ”Giftfri miljö” kopplar i huvudsak till föroreningsriskerna med en återvinning (Miljösamverkan 2010). Enligt Miljömålsrådet är kretsloppsprincipen vidare viktig för uppfyllelsen av flera miljökvalitetsmål och innebär att ”... *det som utvinns ur naturen ska kunna användas, återanvändas, återvinnas och slutligt omhändertas med minsta möjliga resursförbrukning och utan att naturen skadas*” (2008, s 28).

Problematiken ligger i de miljörisker som finns förknippade med en återvinning. Spridning av miljögifter och ökad föroreningshalt i mark, luft och vatten (Miljösamverkan 2010). I enlighet med EU:s avfallshierarki bör en deponering inte prioriteras före en återvinning men det är förutsatt att återvinningen inte ökar föroreningsbelastningen på platsen (Avfall Sverige 2013). Vad gäller asfalt finns det föroreningsrisker i samband med återvinning enligt Lindgren (2004), särskilt då asfalten innehåller PAH men tidigare examensarbeten har också visat på andra problem i form av att (Thidé & Nilsson 2014, Törnblom 2011):

- Miljömässiga och ekonomiska värderingar inte är helt problemfria och svåra att genomföra.
- Miljöpåverkan inte är en prioriterad då vägprojekt ska genomföras

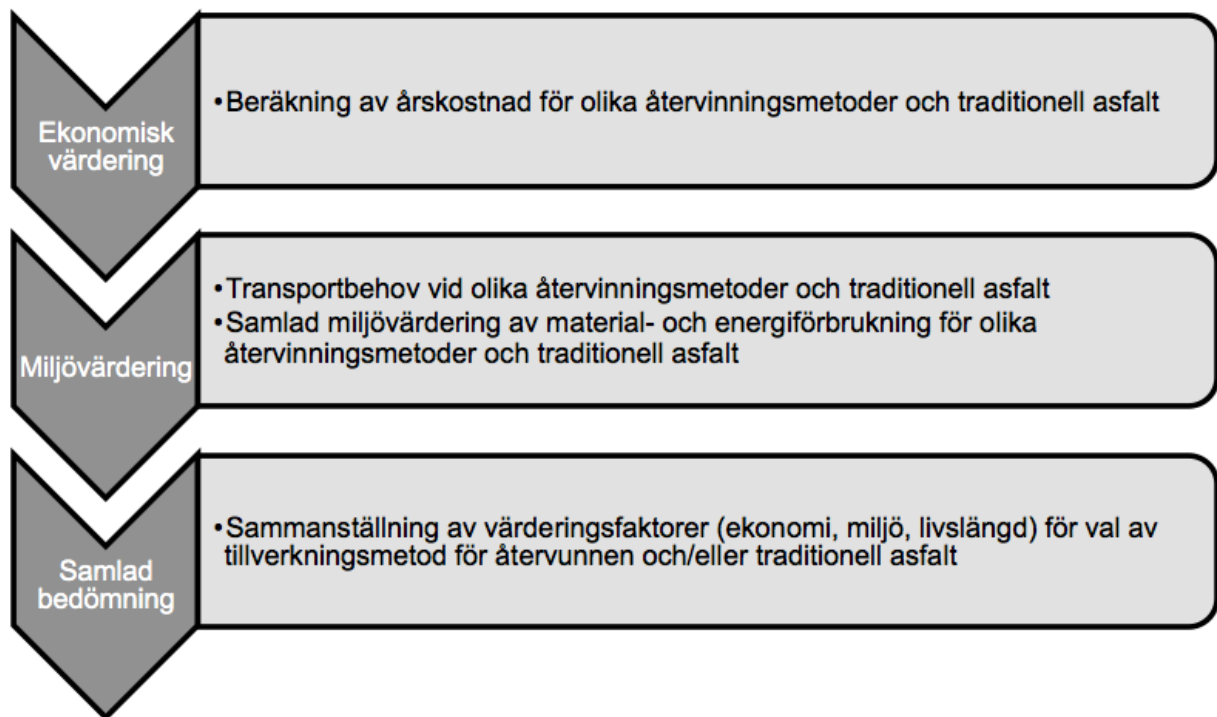
### 3.6.1 Värdering av olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt

#### **Olika kostnader**

Det finns en mängd olika kostnader som kan förknippas med asfalt, dessutom förekommer flera olika aktörer som alla är mer eller mindre intresserade av olika typer av kostnader. I Tykessons examensarbete (2010) framgår det att asfaltstillverkare påverkas av kostnader för stenmaterial, bindemedel, tillsatsmedel, transporter, produktionen av asfalt i asfaltverket och utläggningsarbetet. I Dahlin & Eliassons examensarbete (2007) beskrivs vidare olika kostnader som uppkommer under den tekniska livslängden för en väg. Det handlar bland annat om investeringskostnader, underhållskostnader och olika samhällskostnader. I avseende på investeringskostnaden inverkar de totala kostnaderna för projektering, material och byggnation av vägen medan samhällskostnaderna mer handlar om kostnader som påverkar alla individer i samhället vid användandet av en väg, exempelvis effekter på restid, fordonskostnad, olyckor, emissioner och buller (Dahlin & Eliasson 2007).

#### **Värdering av miljö- och ekonomi**

I Vägverkets handbok av Westergren (2004) ges förslag på hur en samlad miljö- och ekonomisk värdering för återvunnen asfalt, asfalt med jungfruliga material och olika återvinningsmetoder kan genomföras. Vägverkets förslag är uppbyggd enligt figur 10.



**Figur 10** – Uppbyggnad av Vägverkets förslag på miljömässiga och ekonomiska värderingar (skapad utifrån information från Westergren (2004))

### Ekonomisk värdering

Vid en ekonomisk värdering föreslår Westergren (2004) att alternativa priser för olika återvinningsmetoder och jungfrulig beläggning kan värderas genom en årskostnadsberäkning. I årskostnadsberäkningen beaktas åtgärdspriset i kr per m<sup>2</sup>, livslängden på produkten i år, underhållskostnad i kr per m<sup>2</sup>, kalkylränta i % och annuitet i kr per år och m<sup>2</sup>. De olika tillverkningsteknikerna rangordnas sedan inbördes för att kunna avgöra vilken tillverkningsteknik som verkar vara mest ekonomiskt gynnsam (se tabell 5) (Westergren 2004).

**Tabell 5** – Beräkningsmodell för olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt (modifierad utifrån Westergrens (2004, sid 62) tabell 6-5).

Tillverkning	Åtgärds- pris (kr/m <sup>2</sup> )	Beräknad livslängd (år)	Underhålls- kostnad (kr/m <sup>2</sup> )	Kalkyl- ränta (%)	Nuvärdes- kostnad (kr/m <sup>2</sup> )	Annuitet (kr/år och m <sup>2</sup> )	Rang- ordning
Varm återvinning							
Kall återvinning							
Halvvarm återvinning							
Varm jungfruliga material							
Kall jungfruliga material							
Halvvarm jungfruliga material							

### Miljövärdering

Ingående miljöaspekter i Westergrens (2004) exempel är:

- Transportlängder (ton/km)
- Energiåtgång vid tillverkning, lagring, transport och utläggning (ton och MJ)
- Materialförbrukning (ton)

#### Transportlängder

Transportlängderna har betydelse för transportbehovet till befintliga verk (fasta eller mobila), materialtäckter och platser för mellanlagring av retur-asfalt (Westergren 2004). Transportbehovet för olika återvinningsmetoder och asfalt med endast jungfruliga material kan enligt Westergrens (2004) exempel uppskattas genom antal *ton/km* för:

- Massa från tillverkning till objekt
- Gammal asfalt från upplag (gäller endast återvunnen asfalt)
- Materialtransporter

Dessa summeras sedan och jämförs mellan olika återvinningsmetoder och/eller asfalt som endast består av jungfruliga material (Westergren 2004).

### Energiförbrukning

Energiförbrukningen vid tillverkning, lagring, transport och utläggning varierar mycket över tiden och från enhet till enhet (Westergren 2004). I exemplet föreslås att olika delmoment jämförs i mängd att tillverka (ton), energiåtgång per ton (MJ) och total energiåtgång (MJ). De olika delmomenten i exemplet består bland annat av (Westergren 2004):

- Asfaltfräs
- Transport
- Lagring och bearbetning av asfaltsgranulat
- Varm, halvvarm och kall återvinning vid verk
- Varm, halvvarm och kall traditionell tillverkning
- Utläggning
- Packning

För jämförelsen krävs aktuella siffror på energiåtgången på de enheter som är aktuella vid olika projekt (Westergren 2004).

### Materialförbrukning

Materialförbrukningen kan enligt Westergren (2004) jämföras i ton stenmaterial, bindemedel och övrigt material för olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt. Vidare ingår en inbördes miljövärdering i poäng och rangordning om en miljövärdering av materialförbrukningen ska genomföras. Ingen vidare beskrivning om hur poängsättningen eller rangordningen kan genomföras ges i exemplet.

### Samlad miljövärdering

I den samlade miljövärderingen vägs material- och energiförbrukning samman med värderad livslängd och rangordnas inbördes enligt exemplet nedan (se tabell 6). Olika asfaltsprodukter kan ha olika tekniska livslängder varvid dessa bör uppskattas och ingå i den slutliga miljövärderingen (Westergren 2004).

**Tabell 6** – Samlad miljövärdering (modifierad utifrån Westergrens (2004, sid 65) tabell 6-8).

Tillverkning	Materialförbrukning	Energiförbrukning	Miljövärdering poäng	Värderad livslängd (år)	Objektvärdering (poäng/år)	Rangordning
Varm återvinning						
Halvvarm återvinning						
Kall återvinning						
Varm traditionell						
Halvvarm traditionell						
Kall traditionell						

### Samlad bedömning

I den samlade bedömningen vägs ekonomi och miljö samman för olika tillverkningsmetoder för att få en överblick på resultaten från de ekonomiska- och miljömässiga värderingarna (se tabell 7) (Westergren 2004).

**Tabell 7**- Samlad bedömning av ekonomisk- och miljömässig värdering av olika tillverkningstekniker för återvunnen och traditionell asfalt (modifierad utifrån Westergrens (2004, sid 66) tabell 6-10).

Tillverkning	Värderingsfaktorer				
	Ekonomi	Miljö	Summa rangordning	Slutlig rangordning	Livslängd
Varm återvinning					
Halvvarm återvinning					
Kall återvinning					
Varm traditionell					
Halvvarm traditionell					
Kall traditionell					

### 3.6.2 Kritik och problemområden – ekonomiska och miljömässiga värderingar

Förslagen på hur värderingar av miljömässiga och ekonomiska faktorer mellan olika återvinningsmetoder och jungfruliga material kan genomföras i Vägverkets handbok av Westergren (2004) är inte helt problemfria och svåra att genomföra. Det framgår både i handboken och i två tidigare examensarbeten som handlat om asfalt. I handboken problematiseras den ekonomiska värderingen med att priset för produkten måste antas, bestämmas eller värderas och att livslängden på produkten måste uppskattas utifrån egna eller andras kunskaper. Vad gäller den samlade miljövärderingen, problematiseras avvägningen om hur miljökostnader och miljövinster ska värderas genom följande i Vägverkets handbok (Westergren 2004, s. 63): *”Hur ska en minskad åtgång av naturresurser betraktas och hur ska miljöeffekterna av minskade transporter värderas? Hur ska man väga en faktisk reell kostnad mot en hypotetisk kostnad för miljön?”*

Olika problemområden som kopplar till ett verkligt genomförande av ekonomiska och miljömässiga värderingar då ett vägprojekt ska genomföras har också påvisats i två tidigare examensarbeten som handlat om asfalt. Törnbloms examensarbete (2011) om ekonomisk lönsamhet vid återvinning av asfalt och betong och Thidé & Nilssons examensarbete (2014) om urvalskriterier vid upphandling av asfalt.

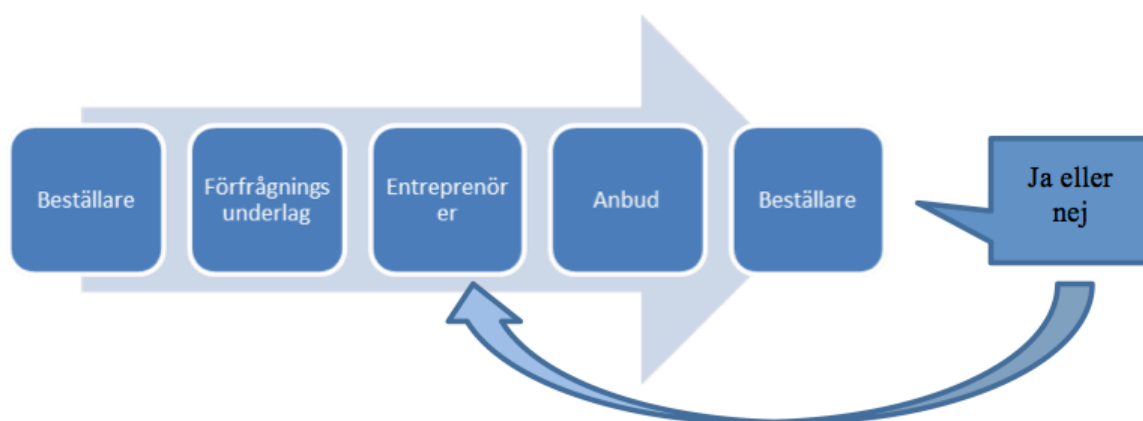
#### **Törnbloms examensarbete**

Törnbloms (2011) examensarbete om ekonomisk lönsamhet består av en litteraturstudie och en intervjustudie där deltagare i intervjustudien bestod av beställare (kommuner och Trafikverket), återvinnare (företag som arbetar med att förädla rest- och rivningsmaterial) och entreprenörer (utför de arbeten som beställaren vill ha utförda). Med beställare menas de som beställer ett vägbygge vilka rent teoretiskt kan vara offentliga myndigheter, företag och privatpersoner. Resultaten från hans intervjustudie visade att Vägverkets beräkningsmodell inte är aktuell då ingen av de intervjuade (beställare, återvinnare och entreprenörer) använde sig av någon beräkningsmodell. Mailkorrespondens med Trafikverket visade också att alla projekt räknas för hand och separat. Törnblom konstaterade att det kvarstår att sammanställa en mängd prisuppgifter från befintliga projekt och från entreprenörerna för att kunna bedöma när det är lönsamt att återvinna och att den faktor som många av de intervjuade tyckte var viktig när det handlar om återvinning av asfalt var transportkostnaden, men även varierande pris på bitumen. Vidare konstaterade Törnblom också att *”... om sträckan för en viss återvinningsmetod var för lång, relativt en traditionell asfalt, blev det inte längre ekonomiskt lönsamt att återvinna”* (2011, s III).

En av Törnbloms frågeställningar i intervjustudien var också hur man mäter miljöpåverkan och slutsatsen var att ingen av de intervjuade personerna varken mäter eller tar hänsyn till några miljöeffekter inom asfaltsåtervinningen. Vidare framgår i uppsatsen att det är beställaren som kan ställa krav på att det ska finnas återvunnet material i nya asfaltmassor och påverkar därför asfaltstillverkarnas möjligheter till att återvinna. Kraven kan ställas i samband med att en beställare upphandlar en tjänst eller produkt av en eller flera entreprenörer som kan utföra de arbeten som beställaren vill ha genomförda (Törnblom 2011).

## Upphandlingsprocessen

Upphandlingsprocessen kan kortfattat beskrivas som i figur 11 där beställaren skapar ett förfrågningsunderlag som olika entreprenörer lämnar intresseanmälan och olika anbud på. Med anbud menas här att ett erbjudande om ett avtal lämnas till beställaren (Nationalencyklopedin 2015). Förfrågningsunderlag används som underlag för anbud och är ett dokument som en upphandlande myndighet tillhandahåller en entreprenör inför upphandling. Det innehåller krav på anbudsgivare (entreprenörer), på det som ska upphandlas och vilka villkor som gäller för det kommande avtalet (Torpfeldt red. 2014). Beställaren tar sedan ställning till anbuden och skriver avtal med någon eller flera entreprenörer som ska utföra arbetet.



**Figur 11** – Upphandlingsprocessen (skapad utifrån information från Nationalencyklopedin (2015) & Torpfeldt red. (2014)).

### **Thidé & Nilssons examensarbete**

Hur privata och offentliga verksamheter prioriterar olika val vid upphandling av asfalt har undersökts av Thidé & Nilsson (2014) genom en enkätundersökning. I undersökningen har kommuner inom Västmanlands län, Trafikverket och olika verksamheter kring Västmanlands län som förvaltar större asfalterade ytor såsom industrier tillfrågats. Studien visade att inköpspriset styr den offentliga verksamhetens beslut vid upphandling, även om det finns en vilja till att prioritera andra egenskaper hos anbudsgivare. Kvaliteten var exempelvis den egenskap som värdesattes högst vid val av asfalt, därefter pris och sist miljöpåverkan. Livscykelkostnaden ansågs också viktigare än inköpskostnaden även om en begränsad budget kunde leda till att inköpskostnaden prioriteras först. Att miljöpåverkan inte är en prioriterad aspekt vid val av asfalt leder till att det inte finns några direkta krav på detta från upphandlaren vilket i sin tur leder till att asfaltsleverantören inte behöver bemöda sig för att uppnå önskemålen (Thidé & Nilsson 2014).

En av anledningarna till att offentliga verksamheter prioriterar pris före andra egenskaper när urval av olika entreprenörer görs vid upphandling av en viss tjänst och/eller produkt kan vara de krav som ställs vid offentlig upphandling (Thidé & Nilsson 2014). Offentlig upphandling gäller för myndigheter som finansierar sina inköp med allmänhetens pengar. Reglerna är därför också striktare än för privata aktörer när de ska upphandla (Konkurrensverket 2014).



De lagar som reglerar på vilket sätt den offentliga upphandlingen ska genomföras är lagen om offentlig upphandling (LOU) (2007:1091), lagen om upphandling inom områdena vatten, energi, transporter och posttjänster (LUF) (2007:1092) samt lagen om upphandling på försvars- och säkerhetsområdet (2011:1029). Även offentlighets- och sekretesslagen (2009:400) kan bli aktuell vid offentliga upphandlingar (Konkurrensverket 2015a). Lagarna bygger sedan i sin tur på fem grundprinciper som bestämmelserna i upphandlingslagarna alltid ska tolkas med bakgrund mot. Principerna är (Konkurrensverket 2015b):

- Icke diskriminering
- Likabehandling
- Proportionalitet
- Öppenhet
- Ömsesidigt erkännande

Icke diskriminering innebär bland annat att den upphandlande myndigheten inte får ställa krav som bara vissa företag kan uppfylla eller känner till och att alla anbudsgivare ska behandlas på samma sätt (Konkurrensverket 2015b). Likabehandlingen innebär att alla leverantörer ska ges samma förutsättningar så att ingen får ett övertag. Det kan handla om att alla får tillgång till samma information samtidigt och att upphandlaren inte får acceptera ett anbud som lämnats in för sent. Enligt proportionalitetsprincipen ska kraven och villkoren i upphandlingen vara i rimlig proportion till det som upphandlas, dvs. den upphandlande myndigheten får inte genomföra åtgärder som går utöver det som krävs för den aktuella upphandlingen. Öppenhet innebär att uppgifter som gäller upphandlingen inte får hemlighållas och att förfrågningsunderlaget ska vara förutsebart dvs. innehålla alla krav som ställs och vara tydligt formulerat. Ömsesidigt erkännande innebär att certifikat och intyg som utfärdats av en myndighet i en medlemsstat ska gälla i ESS-länder och övriga EU (Konkurrensverket 2015b).

### **Slutsatser kring offentlig upphandling och lönsamhet**

Tanken bakom lagen om offentlig upphandling (LOU) är att konkurrenter ska värderas jämställt. Offentliga verksamheter väljer därför anbud efter pris då pris är universellt jämförbart och ger lite utrymme för tolkningsfrågor enligt Thidé & Nilsson (2014). När andra kriterier valts har det flera gånger slutat med en mängd överklagningar från anbudsgivare som känt sig orättvist behandlade. Priset blir därför, genom LOU, ofta det avgörande kriteriet vid upphandling av asfalt (Thidé & Nilsson 2014). Ett annat problem enligt Thidé & Nilsson (2014) är att asfalt ofta endast är en ”del-produkt” av ett större projekt som inte undersöks och utvärderas tillräckligt grundligt.

Frågeställningen om när det är ekonomisk lönsamt att återvinna är svår att svara på enligt Törnblom (2011). Det beror bland annat på att det är svårt att mäta vinsterna och visa på hur stor skillnad återvinningen gör både för miljön och ekonomin. Den lönsamhet som exempelvis går att räkna ut är hur mycket asfalttillverkarna ”sparar” på att använda återvinningsmassor som i sin tur svår att mäta då varje projekt är unikt och inverkan faktorer skiljer sig åt. Det kan handla om lokala förutsättningar som var objektet och närmaste asfaltverk ligger, om asfaltverket kan återvinna och i så fall hur men även materialkostnader för exempelvis bindemedel och stenmaterial (Törnblom 2011). Vidare

konstaterar Törnblom (2011) i hans slutsatser att det krävs bättre kunskap hos beställarna för att förbättra den ekonomiska lönsamheten vid återvinning av asfalt och betong. För detta krävs en god kommunikation och samarbete mellan entreprenörer, beställare och konsulter då det är entreprenörerna som sitter på kunskaperna inom återvinning av asfalt och vet vilka metoder som det går att använda sig av (Törnblom 2011).

## 4. Intervjustudie

### 4.1 Lokala förutsättningar i Malmberget och olika scenario

#### 4.1.1 Scenarier för avveckling

Det finns i huvudsak tre olika scenarier för hur en avveckling av asfalterade ytor i Malmbergets avvecklingsområden kan ske (se tabell 1). Fokus ligger på scenario 1 och 3 med anledning av att det finns en stor risk att asfalten i Malmbergets avvecklingsområden innehåller tjära vilket påverkar möjligheterna till en återvinning (LKAB 2015a, Lindgren 2004).

**Tabell 1** – Olika scenario för avveckling av asfalterade ytor i avvecklingsområden

<b>Scenario 1</b>	Asfalten återvinns till en ny asfaltbeläggning genom att den tas bort från den befintliga vägkonstruktionen, blandas i ett stationärt eller mobilt asfaltverk och läggs ut som en ny asfaltmassa på en annan plats. Asfalten kan också transporteras till en mellanlagringsplats i väntan på att den ska användas i ett förbestämt projekt inom tre år.
<b>Scenario 2</b>	Asfalten tas bort och återvinns till en annan typ av konstruktion än en asfaltbeläggning. Asfalten transporteras då till en mottagningsplats där asfalt tas emot, en mellanlagringsplats i väntan på att användas i ett specifikt projekt eller används direkt.
<b>Scenario 3</b>	Asfalten tas bort och transporteras till mottagningsplats för farligt avfall eller deponi.

I de fall då asfalten inte återvinns eller då asfalten deponeras på grund av föroreningar (**scenario 3**) finns det minst två företag i Norrland som tar hand om förorenade massor som är asfalt. Norrlands jord och miljö AB har en anläggning för omhändertagande av förorenade massor i Luleå och Skellefteå. Det är dock oklart om de tar emot sådana massor som klassats som farligt avfall då det inte framgår i informationen på deras hemsida (Norrlands jord & miljö AB 2015). Ragn-Sells har en anläggning för icke farligt avfall i Boden och en för farligt avfall i Robertsfors. I Robertsfors finns även en deponi för farligt avfall (Ragn-Sells 2015). Transportsträckorna från Gällivare tätort till Boden, Luleå, Skellefteå och Robertsfors är dock väldigt långa, se tabell 8. Sträckorna har uppskattats med hjälp av vägbeskrivningsfunktionen på Hitta.se (2015-04-02).

**Tabell 8** – Företag som tar hand om förorenad asfalt och transportsträckor från Gällivare tätort till företagen (skapad utifrån information från Norrland jord & miljö AB (2015,) Ragn-Sells (2015) och vägbeskrivningsfunktionen på [www.hitta.se](http://www.hitta.se)).

Företag	Plats för omhändertagande av förorenade massor inklusive asfalt.	Mottagning av farligt avfall och deponi	Antal km från Gällivare
Norrlands jord och miljö AB	Luleå	?	244
	Skellefteå	?	366
Ragn-Sells	Boden	Nej	211
	Robertsfors	Ja	446

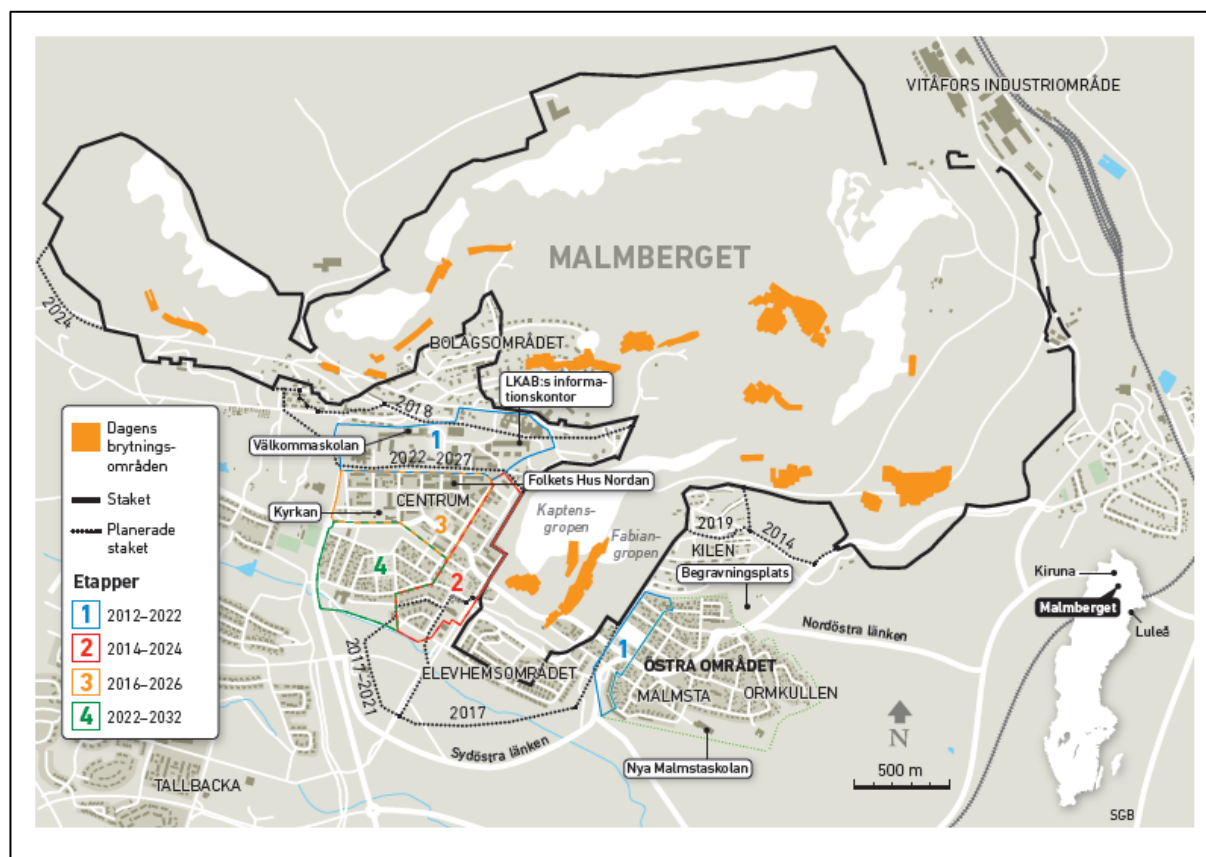
Då asfalt ska återvinnas till en ny beläggning (**scenario 1**) finns ett stationärt asfaltverk som ägs av Skanska Asfalt & Betong i Koskullskulle. Asfaltverket ligger några kilometer från tätorterna Gällivare och Malmberget. Vidare finns det flera andra entreprenörer som också kan, eller möjligtvis kan, erbjuda återvinning av asfalt. Berggren och Bergman AB finns etablerade i Gällivare och arbetar bland annat med att lägga ut asfalt. De har även serviceavtal gällande beläggningsarbeten i Gällivare med Gällivare kommun enligt deras referensuppdrag på hemsidan (Berggren & Bergman AB 2015). Lemminkäinen erbjuder returafaltbeläggningar på deras hemsida, NCC arbetar med asfalt och återvinning och Peab Asfalt, ett dotterbolag inom Peabkoncernen arbetar med tillverkning och utläggning av varm, halvvarm och kall asfalt på olika ställen i Sverige (Lemminkäinen 2015, NCC 2014, Peab Asfalt 2015).

I fråga om mellanlagringsplats för asfalt innan återvinning (**scenario 1 och 2**) finns det minst tre olika lokala aktörer som kanske skulle kunna tillhandahålla det förutom det stationära asfaltverket i Koskullskulle. Kommunen har en avfallsanläggning, Kavaheden, i närheten av Koskullskulle där det finns mellanlagringsytor för olika slags avfall (Gällivare kommun 2015). BDX Miljö AB har kontor i Gällivare och arbetar med bland annat avfallshantering samt Swerock AB som också finns etablerade i tätorten (BDX Miljö AB 2015). Swerock AB arbetar i huvudsak med olika material som betong och grus till bygg- och anläggningsarbeten, transport och entreprenadmaskintjänster men även omhändertagande av avfall genom varumärket Swerecycling (Swerock AB 2015).

#### 4.1.2 Tidsprognoser för avveckling

Vid alla scenarier finns det tidsprognoser för när avvecklingsområdena i Malmberget hamnar inom LKAB:s staketgränser (LKAB 2015d). En förklaring till hur staketgränserna kan påverka en avveckling av de asfalterade ytorna som hamnar inom staketgränserna gavs muntligt av anställda på LKAB som i samråd med varandra kom överens om följande förklaring. När ett område har hamnat inom staketgränserna tillhör det LKAB:s industriområde vilket innebär att allmänheten inte längre har tillträde dit. Områdena inom staketgränserna går vidare generellt att beträda under några år efter att de har hamnat inom staketgränserna för att utföra exempelvis rivningsarbeten och borttagning av asfalt. Det som avgör när områdena inte längre är säkra att vistas i är när de blir bedömda som ett rasriskområde. Bedömningen görs av LKAB:s bergmekaniker som avgör när

markdeformationerna från gruvverksamheten utgör en säkerhetsrisk. När avveckling av asfalterade ytor i Malmbergets avvecklingsområden kan utföras beror därför på när olika områden inom staketgränserna bedöms som rasriskområden och när områdena har hamnat inom staketgränserna<sup>1</sup>. Enligt prognoskartan (figur 12) kommer olika delar av tätorten Malmberget att avvecklas i fyra olika omgångar. Område ett mellan år 2012 till 2022, område två mellan år 2014 till 2024 etc. Vitåfors industriområde tillhör LKAB i prognoskartan.



Figur 12 - Prognoskarta för staketgränser i Malmberget (LKAB 2015d)

<sup>1</sup> Muntlig förklaring av anställda på LKAB om hur staketgränserna kan påverka avvecklingen av asfalterade ytor (2015-05-04).

### 4.1.3 Klimat och trafik

Litteraturstudien visade att klimat och trafikbelastning påverkar olika återvinningsmetoders lämplighet för olika typer av asfalterade ytor (Westergren 2004). Trafikbelastningen påverkar generellt inte den lokala förutsättningen i fråga om vilka återvinningsmetoder som är möjliga att använda i Malmbergets avvecklingsområden då vägar- och gator i kommunen skiljer sig åt. Den har däremot betydelse när ett användningsområde för asfalten har hittats dvs. när det finns ett specifikt projekt där en ny väg ska anläggas. Klimatet förändras dock inte vid olika vägprojekt i kommunen samtidigt som det inte heller påverkar den lokala förutsättningen för att kunna använda olika återvinningsmetoder direkt. Det kan däremot vara viktigt att ta hänsyn till klimatet vid ett val mellan olika återvinningsmetoder, särskilt med tanke på att halvvarma och kalla asfaltmassor tar längre tid på sig att hårdna vid utläggning (Westergren 2004).

Westergren (2004) rekommenderar inte utläggning av halvvarma och kalla massor då temperaturen ligger under 5 plusgrader. För att få en överblick på hur många dagar som massorna är lämpliga att läggas ut har jag med hjälp av data från SMHI sammanställt antal sommar-, höst-, vinter- och vårdagar per år i tabell 9 för Kiruna som i princip har samma klimat som Gällivare. Dagarna avser den meteorologiska definitionen av årstiderna och anges i dygnsmedeltemperatur. Uträkningen hittas i bilaga 3. I tabellen kan utläsas att antalet sommardagar är relativt få och antalet vinterdagar många. Med utgångspunkt från Westergrens (2004) rekommendation på att utläggning av halvvarma och kalla massor inte bör genomföras då temperaturen ligger under 5 plusgrader kan utläggning i Kiruna ske under ca 110 dagar om halva antalet höst- och vårdagar beräknas ligga över 5 plusgrader.

**Tabell 9** - Antal sommar-, höst-, vinter- och vårdagar per år i Kiruna (skapad utifrån information från SMHI (2015), se bilaga 3).

Plats	Årstider			
	Antal sommardagar per år (> 10°C)	Antal höstdagar per år (sjunkande 0 – 10°C)	Antal vinterdagar per år (0°C och lägre)	Antal vårdagar per år (stigande 0 - 10°C)
Kiruna	59	55	203	48

## 4.2 Urvalsgrupper och fokus

Intervjustudien fokuserar på scenario 1 i avseende på vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från avvecklingsområden i Malmberget genom underfrågorna till den övergripande forskningsfrågan (se avsnitt 4.3.1 till 4.3.5).

För att svara på underfrågorna till frågeställningen om vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från avvecklingsområden i Malmberget kontaktades nedanstående inom urvalsgrupperna via mail och telefon varvid alla utom Berggren & Bergman AB deltog i studien.

- Skanska Asfalt & Betong (telefonintervju 2015-03-20, distriktschef)
- NCC (telefonintervjuer 2015-03-20 och 2015-03-23, två personer)
- Lemminkäinen (telefonintervju 2015-03-25)
- Peab Asfalt (telefonintervju 2015-04-01, avdelningschef)
- Berggren & Bergman AB (deltog ej)
- Gällivare kommun (mailkorrespondens under mars månad 2015)
- BDX Miljö AB (mailkorrespondens mellan mars och april månad 2015)
- Swerecycling/Swerock AB (telefonintervju 2015-04-08, avdelningschef)

De frågor som ställdes hittas i bilaga 1 där det också framgår vilka som svarat på vilka typer av frågor i intervjuguiderna.

## 4.3 Svar från intervjuer

### 4.3.1 Finns det stationära asfaltverk i närområdet och kan de återvinna asfalt?

Alla svar i avsnittet (4.3.1) erhöles under intervjun med Skanska Asfalt & Betong som äger det stationära asfaltverket i Koskullskulle. I asfaltverket tillämpas varm återvinning med ca 15 % inblandning av returafalt. Återvinningen sker i ett satsverk utan parallelltrumma då det finns relativt små volymer asfalt som går till återvinning i Gällivare kommun. En investering i en parallelltrumma är därför inte heller särskilt lönsam då den kostar mellan 7-8 miljoner att köpa in.

De begränsningar som finns i fråga om återvinning i asfaltverket i Koskullskulle är att asfalt som innehåller stenkolstjära med halter som överstiger 70 mg/kg 16 PAH inte återvinns. Det beror på att varm återvinning tillämpas och att det finns risker för personalen vid en sådan återvinning. Distriktschefen uppgav dock att det finns andra möjligheter till att återvinna asfalt med innehåll av 16 PAH som överstiger 70 mg/kg även om det inte kan genomföras i det stationära asfaltverket i Koskullskulle. Kall återvinning kan exempelvis tillämpas, tillbehörig utrustning behöver då bara transporteras till aktuell plats för återvinning och den kalla massan kan sedan blandas där. Då det är enkelt att blanda kalla massor och det inte

finns någon större kostnad för att transportera utrustningen är det definitivt ett alternativ som kan övervägas om asfalt med innehåll av PAH som överstiger 70 mg/kg ska återvinnas.

#### 4.3.2 Vilka övriga entreprenörer kan återvinna asfalt?

Svaren i avsnitt (4.3.2) erhöles under intervjuer med NCC, Lemminkäinen och Peab Asfalt som alla uppgav att de återvinner asfalt både varmt-, halvvarmt och kallt. Vidare ställdes frågor kring vilken typ av verk som används för återvinning, uthyrning av utrustning och mobila asfaltverk.

Den typ av verk och krossar som används för återvinning är i huvudsak stationära satsverk för NCC medan både trumblandningsverk och satsverk används av Lemminkäinen och Peab Asfalt. Alla hyr ut utrustning men NCC hyr bara ut för arbete som de själva utför och inte till någon annan som använder deras utrustning. Lemminkäinen uppgav att frågan om uthyrning nästan aldrig kommer eftersom återvinning är en så komplex process. Det som möjligtvis kan hända är att asfaltverk har lånats eller hyrts ut företag emellan men skulle frågan om någon vill hyra ett asfaltverk komma är det nog inte omöjligt att hyra ut ett. Peab Asfalt uppgav att de inte äger några krossar men att de har sorteringsverk som de hyr ut. Även asfaltverk hyrs ut ibland men i väldigt liten utsträckning då efterfrågan på uthyrning inte är särskilt stor. Ett exempel på ett tillfälle skulle kunna vara ett specifikt projekt där det efterfrågas. Peab kommenterade också att verken i sig har liten betydelse för om de kan återvinna asfalt eller inte. Det är istället tillgången på återvinningsmassor och krav från deras kunder som styr.

Alla entreprenörer har också mobila verk för återvinning. Lemminkäinen uppgav att de är särskilt specialiserade på mobil tillverkning då de arbetar över stora geografiska områden och att de har mycket mobil tillverkning i Finland, Sverige och Norge. På frågan om vilka mängder returafalt som krävs för att etablera olika typer av mobila verk för återvinning gavs varierande svar från entreprenörerna. NCC uppgav att det generellt krävs ca 20 000 ton för varm tillverkade massor, 10 000 för halvvarma och ca 5 000 ton för kalla för att priset för etableringen ska bli skälig i förhållande till volymerna. Vilken typ av verk som behöver etableras beror i sin tur även på vilken kvalitet man vill ha på de nya massorna och till vilket asfaltslager det ska användas. Halvvarma och kalla massor kan exempelvis inte användas som slitlager. Lemminkäinen svarade att mängderna i huvudsak beror på hur mycket beställaren vill betala och att hitta nivåer som är attraktiva för entreprenörerna att vilja komma på plats och konkurrera om ett bra pris. Som exempel kan det kosta 500 000 kr att etablera ett mobilt verk, om 1 000 ton returafalt ska återvinnas kostar det då 500 kr/ton att tillverka asfaltmassan men om 10 000 ton returafalt ska återvinnas kostar det då 50 kr/ton att tillverka. Ett riktmärke för då det generellt är ekonomiskt rimligt att etablera ett mobilt verk för kall återvinning är då ca 10 000 ton asfalt ska återvinnas. Peab Asfalt svarade att mängden returafalt inte är avgörande för om de etablerar ett mobilt verk eller inte. Det är däremot mängden ny asfalt d.v.s. den mängd som de ska tillverka. Det blir en dyrare asfalt för kunden om det är en liten volym per ton än om det är en stor volym. Priset minskar också om det är många konkurrenter på ett jobb. Som exempel kan ett mobilt verk för tillverkning av varma asfaltmassor etableras på en ort där det redan finns tre andra konkurrenter som har stationära asfaltverk i dagsläget. Etableringen måste då ofta vara baserad på en stor volym, kanske 50 000 ton. Skulle det däremot vara ett enskilt jobb på en ort där det saknas konkurrenter med fasta etableringar kan ett mobilt verk etableras för exempelvis 5 000 ton, förutsatt att kunden är villig att betala för det.



En entreprenör svarade även på frågan om det finns andra begränsningar än asfaltsmängder för att en etablering av olika mobila verk ska vara möjligt med att det i huvudsak är asfaltsmängderna som begränsar etablering av olika mobila verk. I övrigt svarade andra att det skulle kunna vara en plats att ställa verket på. Viktigt vad gäller tidsaspekten är att verket ska gå på full fart dvs. 100 % då den startas upp. Det innebär att om man startar en morgon kör man tills det är klart, det går alltså inte att slå ut volymen på flera år. Ska man stå på plats måste man också producera när man står där.

Även tips på hur en återvinning av asfalt kan underlättas i Malmbergets avvecklingsområden lämnades. Det kan exempelvis vara bra att ta kontakt med Trafikverket och etablera ett samarbete med dem för att hitta fler användningsområden för returafalten. Vidare angavs också att det finns ett värde i returafalt och särskilt i Norrland där det ofta är ett underskott på asfalt som kan återvinnas.

#### 4.3.3 Vilka upplagsplatser/områden för mellanlagring av returafalt finns i närområdet? Kostar det något att lämna massorna där?

Svaren i avsnitt (4.3.3) erhöles av Skanska Asfalt & Betong, NCC, Peab Asfalt, Lemminkäinen, BDX Miljö AB, Swerock AB och kommunen.

Det stationära asfaltverket i Koskullskulle mellanlagrar asfalt och tar även emot returafalt som de själva inte har tagit bort. Det som gäller vid mottagningen är att frästa massor kan lämnas gratis medan schaktade massor tas emot mot en avgift på ca 40 kr/ton. Anledningen till att en avgift tas ut för schaktade massor är att det krävs bearbetning i form av krossning innan de kan användas till en ny asfaltmassa. Idag mellanlagras ungefär 700-800 ton asfalt i anslutning till verket som har en kapacitet till att mellanlagra upp till ca 10 000 ton asfalt. Med sådana mängder kan återvinning i ungefär 8-10 år framöver ske med tanke på förra årets produktion i Gällivare som låg mellan 20 till 25 tusen ton färdig massa. Under vissa år kan det dock vara lite mer eller något mindre.

De övriga lokala aktörerna som tillfrågades var kommunen, som äger avfallsanläggningen Kavaheden, BDX Miljö AB och arbetschefen på Swerecycling/Swerock AB. Kavaheden tar inte emot några asfaltmassor för mellanlagring men det gör BDX Miljö som har tagit emot både frästa och schaktade massor. Även Swerock som nyligen har börjat arbeta med varumärket Swerecycling i Norrbotten (ca 6 månader) tar emot asfalt för mellanlagring. Arbetschefen på Swerecycling uppgav att lokaliseringar för etableringar av materiallager dock är svåra att hitta i Malmfälten. Det beror bland annat på att det är svårt att få tillgång till mark för ändamålet då dispositionsrätten (ägardelen) över marken är komplicerad i Malmfälten. Deras grundtanke är att försöka etablera materiallager i anslutning till järnvägen i Gällivare och Kiruna där de vill kunna ta emot både asfalt, betong samt schakt- och anläggningsmassor. De lagringsplatserna är däremot inte tänkta för sådan asfalt som ska användas till ny i första hand. Etableringen av materiallager i anslutning till järnvägen är viktig exempelvis då ett lokalt upplag inte kan upprättas och de tillhandahåller olika logistiklösningar. Materialet behöver då lagras i avvaktan på transport. Transporter av olika massor kan ske med lastbil eller tåg, om det är enstaka poster med material transporteras det ofta med lastbil eftersom det är det mest konkurrenskraftiga transportsättet som resulterar i en vettig transportekonomi för mindre mängder. Swerecyclings ambition är att skapa

materiallager på strategiska platser, tätortsnära och som ligger i anslutning till järnväg för att kunna lagra upp tillräckliga mängder från närområdet för att kunna utföra fjärrtransporter med tåg. Normalt krävs det ca 1 000 ton och därutöver för att få effektiva transporter med tåg varvid materiallager i anslutning till järnvägen kommer att behövas.

Generellt sett kan Swerock mellanlagra asfalt för återvinning till ny asfalt då det sker i samarbete med Peab Asfalt och deras verksamhet. Det beror på att både Swerock och Peab Asfalt är dotterbolag i Peabkoncernen och att det i huvudsak är Peab Asfalt som arbetar med tillverkning och utläggning av asfalt medan Swerock i huvudsak arbetar med annat. Mellanlagring av asfalt som ska återvinnas till ny asfalt kan idag ske på två ställen i Norrbotten, i Boden och i Hopukka som ligger i närheten av Svappavaara. I Hopukka finns ett mobilt asfaltverk och ett annat finns i Boden. Asfaltverken ägs av Peab Asfalt som i Norrbotten verkar under varumärket Asfaltbeläggningar, ABL.

Swerock kan vidare ta emot asfalt för mellanlagring på andra platser än vid asfaltverken, exempelvis sådan asfalt som inte ska återvinnas till ny. Användning till andra konstruktioner såsom bullervallar är ett exempel på hur asfalten skulle kunna användas på ett annat sätt. I dagsläget är närmaste mottagningsplats för sådan asfalt i Luleå men förhoppningen är att de ska kunna ta emot massor även i Gällivare och Kiruna till sommaren då de för närvarande har lämnat in ansökningar om markarrenden och miljötillstånd för ändamålet.

BDX Miljö har en kapacitet till att mellanlagra upp till ca 2 000 ton asfalt men har knappt någon omsättning på avfallet då efterfrågan på returafalt saknas. Arbetschefen på Swerecycling uppgav att det är svårt att ge ett exakt svar vad gäller mängder och kapacitet. 30 000 ton är den maximala mängd som får mellanlagras per tillfälle när det gäller avfall som återvinns för konstruktionsändamål enligt miljöprövningsförordningen. Utifrån det innebär det rent teoretiskt att man kan ta emot 30 000 ton i veckan under en hel sommar om det finns omsättning på avfallet, dvs. 30 000 ton kommer in och 30 000 ton går ut. Det är viktigt att massorna inte blir liggandes för länge och att det finns något användningsområde för materialen. Annars finns risken att mellanlagret blir en deponi i juridisk mening, alltså en helt annan typ av verksamhet.

Kostnaden för att lämna returafalt till mellanlagring hos BDX Miljö beror på vilka mängder det rör sig om, men de tar ut en avgift för tjänsten. Arbetschefen på Swerecycling uppgav att priser generellt är flyktiga i återvinningsbranschen eftersom det beror mycket på förutsättningarna, det kan alltså variera kraftigt från en tid till en annan. För rena massor påverkar marknadssituationen priset och det kan variera allt ifrån att man får lämna det gratis till att man får betala för det. Om man har ett överskott eller underskott på material inverkar det givetvis på priset.

Frågor om mellanlagring ställdes även till NCC, Lemminkäinen och Peab Asfalt som alla uppgav att de försöker arbeta för att hitta lösningar för mellanlagring av asfalt om det skulle krävas i ett projekt som de utför till en beställare. NCC uppgav att två möjliga scenarier är att en fråga om mellanlagring diskuteras i samråd med beställaren eller att det redan finns anvisat i anbudet var materialet ska köras och/eller var materialet ska läggas. Lemminkäinen uppgav att mellanlagring kan gå till på lite olika sätt. Ibland bestämmer beställaren vilken yta

asfalten ska läggas på och ibland ges ansvaret att hitta en mellanlagringsplats till entreprenören. Det är dock beställaren som bestämmer vad som gäller. Om det finns en yta som beställaren vet att det går att mellanlagra asfalt på kan det skrivas in som ett alternativ i förfrågan till entreprenören. Platsen och ytan behöver alltså inte vara bestämd men kan utgöra ett alternativ vilket lämnar dörren öppen för entreprenören att hitta andra möjligheter också. Peab Asfalt uppgav att de erbjuder lösningar för mellanlagring och att en mellanlagring medför en extra hantering innan asfalten går att använda igen då den påverkas av värme, vind och vatten. Den mellanlagrade asfalten måste därför sorteras eller krossas innan den kan användas i en ny massa igen men den förstörs inte på något sätt.

Något som alla respondenter är överens om är att mellanlagring av retur-asfalt som innehåller stenkolstjära är mycket problematisk. Asfaltverket i Koskullskulle som ägs av Skanska Asfalt & Betong mellanlagrar inte asfalt som innehåller stenkolstjära (PAH) då asfaltverket ligger nära en vattentäkt. Distriktschefen uppgav dock att det rent teoretiskt är tillåtet att mellanlagra sådan asfalt om mellanlagringen sker på rätt sätt. Massorna ska då ligga på en hårdgjord yta och täckas över så att regnvatten inte kan rinna igenom och ge upphov till utlakning. Peab Asfalt påpekade att det alltid finns en risk för utlakning om det är väldigt mycket PAH i retur-asfalten och att en av de aspekter som är mest problematisk med en återvinning av asfalt som innehåller stenkolstjära är att hitta en plats där den kan mellanlagras. Man får exempelvis inte mellanlagra asfalt som innehåller PAH på en plats som ligger nära en vattentäkt, vattenskyddsområde eller åkermark på grund av utlakningsrisken. Myndigheterna brukar inte ge det tillståndet. BDX Miljö uppgav i sin tur att de inte heller mellanlagrar retur-asfalt som innehåller stenkolstjära (PAH). Vid bedömningen av vilka nivåer av PAH som utgör ringa risk utgår de från Naturvårdsverkets handbok om återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Det innebär att de tar emot de asfaltmassor som genom provtagning visar att de har PAH nivåer understigande ringa risk i handboken. Arbetschefen på Swerecycling svarade att det finns en ambition till att kunna ta emot exempelvis PAH asfalt i både Kiruna och Gällivare men de har som sagt inte etablerat något materiallager ännu då ansökningar om markarrenden och tillstånd ännu inte är klara. I dagsläget kan de bara ta emot PAH asfalt som ligger under gränsen för farligt avfall i Luleå. Om PAH innehållet i asfalten överskrider gränsvärdet har de dock ingenstans att lagra det i nuläget. De riktlinjer som de förhåller sig till generellt är Naturvårdsverkets vad gäller mellanlagring och upplag av asfalt med innehåll av PAH, dvs. de nivåer som utgör mindre än ringa risk. I Luleå kan det också i framtiden kanske bli möjligt att deponera icke farligt avfall, men det beror på vilket utfall de får på deras tillståndsansökan för deponering där. Fram till dess kan asfalt som är förorenad men som inte ska deponeras ändå tas emot, det gäller som sagt för sådan asfalt som inte klassats som farligt avfall. Asfalten kan då exempelvis användas till terrassering och utfyllnad då de arbetar med en deponistängning.

Arbetschefen på Swerecycling svarade också på frågan om det är dyrare att lämna massor som innehåller PAH än massor som inte gör det till dem med att om materialet lämnas till deponi så blir det dyrare eftersom det kräver att man betalar deponiskatt. Billigare är det om materialet kan återvinnas på något sätt men innehåller asfalten mycket PAH måste de sannolikt deponera det.

#### 4.3.4 Lönsamhet vid återvinning av asfalt och generella investeringskillnader mellan kall- halvvarm eller varm återvinning

På frågan om vad asfaltstillverkarna anser ha mest betydelse för att en återvinning av asfalt i ett projekt ska bli lönsam utifrån deras erfarenhet erhöles varierande svar från Skanska Asfalt & Betong, NCC, Lemminkäinen och Peab Asfalt.

Några faktorer som nämndes som viktiga var:

- Bindemedelspriset då värdet i återvunna massor delvis beror på att mindre nytt bindemedel behöver tillsättas till den nya massan än om bara jungfruligt material används. Vidare styrs priset på bitumen av världsmarknadspriset på olja som just nu är ganska lågt.
- Det är viktigt att ha koll på ingående material för den asfalt som ska återvinnas, både för personalens hälsa och säkerhet men också för kvalitén på den färdiga produkten.
- Att man har kalkylerat rätt, har rätt förutsättningar, lägger ut asfaltmassan på ett bra sätt, har erfarenhet och kunskap. Det är exempelvis viktigt att veta på vilket trafiknät asfalten ska läggas ut och vilka belastningar som förekommer i form av slitage och trafikmängder.

Två stycken svarade också att det finns miljöfördelar i en återvinning genom att förbrukningen av icke förnybara resurser minskar.

Några problemområden som dök upp kring lönsamheten i en återvinning var:

- Begränsningar för inblandningsmängder vid olika typer av återvinning.
- Trafikverkets kvalitetskrav som kan vara svåra att uppnå om den nya massan innehåller returafalt.
- Att få tillåtelse till att blanda in återvunna massor i nya då beställare ställer krav på att ingen återvunnen asfalt får användas i olika projekt.

Anledningen till att beställare inte vill använda sig av returafalt i vissa projekt kan enligt en respondent vara att returafalten är förknippad med en kvalitetsbrist. Jungfruliga material kan exempelvis styras på ett sätt som återvunna inte kan då returafalt är inte en homogen produkt vilket innebär att kvaliteten på de ingående materialen kan variera.

På frågan om det finns någon generell investeringskillnad mellan kall, halvvarm och varm återvinning lämnades olika svar från NCC, Lemminkäinen och Peab Asphalt. En angav att personal, utläggning och transporter har samma kostnad för alla metoderna men att det däremot finns skillnader i de olika metodernas tillverkningsprocesser. Det svaret stämmer bra överens med de svar som gavs från de övriga då alla lämnade svar som kopplar till tillverkningsprocesserna. Alla enades också om att varm återvinning är dyrast. Vad den högre kostnaden beror på varierande dock mellan respondenterna men det som angavs var:

- Den utrustning som krävs för den varma tillverkningstekniken är överlägset dyrast och det är dyrast att bygga om asfaltverk för varm återvinning. Hur hög kostnaden blir beror på hur mycket returafalt som ska kunna återvinnas, ju större andel desto mer måste byggas om i asfaltverket vilket resulterar i en högre kostnad. Den maximala inblandningsmängden i varma asfaltverk är idag 30-40 % enligt regelverken. Det är dock inte alla asfaltverk som klarar så höga inblandningsmängder då det kräver en del ombyggnationer av verken.
- Det är dyrare att värma upp asfalten än att använda den kall då det går åt mer energi och mer bränsle till det.
- Det går åt en större mängd nytt bitumen och stenmaterial i varma massor i jämförelse med halvvarma och kalla. Det beror på att det bitumen som används till varma massor är av hårdare sort och en mindre mängd returafalt kan inblandas (ca 20 till 50 % av den nya massan) i jämförelse med halvvarma och kalla massor (upp till 100 % inblandning). Det krävs också en större mängd stenmaterial eftersom inblandningsmängden av returafalt är mindre i varma massor.

Vad gäller kall- och halvvarm återvinning svarade en respondent att de generellt inte medför någon extra kostnad då verken är relativt enkla i sin uppbyggnad. En annan svarade i sin tur att skillnaden mellan halvvarm och kall återvinning inte är lika stor som för varm då samma utrustning kan användas men att den kalla massan generellt är den billigaste produkten.

#### 4.3.5 Vem är beställare då nya vägar och gator ska anläggas eller har anlagts i kommunen? Kan de ställa krav på att returafalt ska användas vid upphandling?

Frågor kring upphandling och återvinning av asfalt har besvarats via mailkorrespondens med kommunen. De frågor som skickades ut framgår i bilaga 1. Som svar på mina frågor skickades ett förfrågningsunderlag som kommunen använt sig av för upphandling av olika tjänster från entreprenörer.

Förfrågningsunderlaget från kommunen avser beläggningsarbeten, VA-arbeten (vatten och avlopp), allmänna anläggningsarbeten och omhändertagande av riven och uppbruten asfalt. Återvinning av asfalt ingick i tidsplanen för ”*entreprenadföreskrifter vid utförandeentreprenad*” som är en del av förfrågningsunderlaget. Inga särskilda kriterier för själva återvinningen ingick, däremot fanns det anvisningar om vad som gäller för tillvarataget material och överblivna massor. Riven beläggning, överblivet/otjänligt material samt jordmassor skulle tillfalla entreprenören medan frästa beläggningar var beställarens egendom. Transport och deponiavgifter skulle också vara inkluderade i anbudet från entreprenören vilket innebär att entreprenören ansvarar även för detta i förfrågningsunderlaget.

Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader, AB 04 gäller i förfrågningsunderlaget. Vidare skulle upphandlingen ske som förenklad upphandling enligt LOU (2007:1091) och anbud kunde antas utan föregående förhandling. Avtalstypen var ramavtal med samtliga villkor fastställda och vid flera anbud från flera entreprenörer rangordnas entreprenörerna i samband med en utvärdering. Vid prövning av flera anbudsgivare användes utvärderingskriterierna prisbild, organisation samt kvalitets- och miljösystem. Prisbilden värderades högst (70 % av den totala poängen), följt av organisation (20 %) samt kvalitets- och miljösystem (10 %). Vad gäller prisbilden beräknades den i en poängskala om 1-5 där den lägsta prisbilden gav 5 poäng och den högsta 1 poäng. Organisationen utvärderades med hänsyn till faktorerna kvalitet på utförda uppdrag, tillgänglighet/resurser och professionellt bemötande. Varje faktor poängsattes sedan i en skala mellan 0-5 poäng där 5 poäng gavs till de bästa och 0 poäng till de sämsta. För kvalitets- och miljösystem bedömdes anbudsgivarna utifrån:

- Om de var certifierade enligt ISO 9001/14001 eller hade likvärdigt certifieringssystem
- Hade påbörjat certifiering för något av ovanstående.
- Hade eget dokumenterat kvalitets- miljösystem.
- Saknade kvalitets- och miljösystem men hade väl utarbetade kontrollplaner för säkerställande av kvalitet och miljö i projekt.
- Saknade allt ovanstående.

Högst poäng fick de med certifiering enligt ISO 9001/14001 eller annat likvärdigt certifierat system medan de som saknade något helt och hållet fick lägst. Utvärderingskriterierna för anbudsgivarna har sammanfattats enligt tabell 10.

**Tabell 10** – Utvärderingskriterier för anbudsgivare enligt ett förfrågningsunderlag från Gällivare kommun.

Procentuell fördelning av utvärderingskriterier	Utvärderingskriterier för anbudsgivare om fler än en	Poängsättning
70 %	Prisbild	Den lägsta prisbilden gav 5 poäng och den högsta 1 poäng
20 %	Organisation	<p>De bästa gavs 5 poäng och de sämsta 0 poäng för följande faktorer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ kvalitet på utförda uppdrag</li> <li>✓ tillgänglighet/resurser</li> <li>✓ professionellt bemötande</li> </ul>
10 %	Kvalitets- och miljösystem	<p>Fem poäng fick de bästa, dvs. de med certifiering enligt ISO 9001/14001 eller annat likvärdigt certifierat system.</p> <p>Ett poäng fick de sämsta dvs. de som saknar något certifieringssystem eller eget system för miljö och kvalitet helt och hållet.</p>

## 5. Diskussion och slutsatser

Miljöpåverkan, kostnader, olika återvinningsmetoder och problem med att utföra miljömässiga och ekonomiska värderingar kopplar till många olika frågor såsom möjligheten att återvinna asfalten i Malmbergets avvecklingsområden och frågor som berör mer övergripande problem kring ekonomi, miljöpåverkan och återvinning. Diskussionen och slutsatserna är därför uppdelade i olika avsnitt för att kunna diskutera olika aspekter på ett mer strukturerat sätt.

### 5.1 Miljöpåverkan

Litteraturstudien visade att den övergripande miljöfördelen med en användning av återvunnet material i jämförelse med en användning av jungfruliga material är att uttaget av ändliga resurser som grus, stenmaterial och olja minskar (Miljösamverkan 2010). Olika typer av återvinningsmetoder har i sin tur mer eller mindre inverkan på hur mycket mindre ändliga resurser i form av stenmaterial och olja som kan användas vid tillverkningen av den nya asfaltmassan. Det beror på att olika inblandningsmängder rekommenderas för varm-, halvvarm och kall tillverkning då de olika asfaltmassorna har olika krav på egenskaper och prestanda. Den kalla återvinningen har den största inverkan på uttaget av ändliga resurser då inget jungfruligt material behöver användas i den nya asfaltmassan i vissa fall. Om 100 % kan inblandas eller inte beror i sin tur på retur-asfaltens kvalitet eftersom en större inblandning ger en större påverkan på den nya asfaltmassans kvalitet (Westergren 2004).

Vad gäller energiåtgången vid tillverkning visade intervjustudien och Westergren (2004) att varm återvinning kräver den högsta uppvärmningen och därför mer energi än halvvarm och kall återvinning. Då traditionell asfalt med endast jungfruliga material också tillverkas varmt, halvvarmt och kallt borde samma förhållanden i energiåtgången föreligga för traditionell asfalt. Energiförbrukning sker dock även vid lagring, transport och utläggning av asfalt som i sin tur kräver aktuella siffror på energiåtgången på de enheter som är aktuella vid olika projekt (Westergren 2004). Det innebär, som Törnblom (2011) också konstaterade, att uppgifter från flera asfaltstillverkare skulle behöva samlas in för att kunna göra någon bedömning av skillnader i den totala energiförbrukningen för olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt.

En annan fördel med att använda återvunnet material istället för jungfruliga är att avfallsmängderna till deponi och transporter kan bli mindre (Miljösamverkan 2010). Problematiken med avfallsmängder och avfall som är förorenat ligger i de politiska drivkrafterna där de nationella miljökvalitetsmålen eftersträvar mindre genererat avfall och minskade transporter samtidigt som en återvinning ska ske utan att naturen skadas (Miljösamverkan 2010). En deponering ska inte heller prioriteras före en återvinning men det är förutsatt att återvinningen inte ökar föroreningsbelastningen på platsen enligt EU:s



avfallshierarki. Frågan är då om de miljörisker som finns förknippade med en återvinning ska resultera i att en återvinning sker ändå eller om det ska leda till en deponering istället?

Vad gäller asfalt finns föroreningsrisker i samband med återvinning, särskilt då asfalten innehåller PAH (Lindgren 2004). Då det finns en stor risk att vägarna i Malmberget innehåller det har frågan varit om PAH innehållet kan leda till att asfalten inte kan återvinnas. Litteraturstudien visade dock att det finns goda möjligheter att återvinna sådan asfalt men att det krävs fler försiktighetsåtgärder vid alla steg (tillverkning, mellanlagring och utläggning) för att minska riskerna för miljöpåverkan och personalen som arbetar med utförandet av återvinningen (Lindgren 2004). Tidigare undersökningar och uppföljningar på upplag och vägar som innehåller höga halter PAH har dessutom inte kunnat påvisa att omgivningen har påverkats negativt i någon större utsträckning och att risken för spridning av PAH är låg vilket talar för en återvinning (Miljösamverkan 2010). Om asfalten i Malmbergets avvecklingsområden innehåller PAH talar dessutom transportsträckorna för en återvinning då närmaste anläggning för deponering av farligt avfall och mottagningsplatser för förorenade massor är i Robertsfors, Boden, Luleå och Skellefteå. Det handlar om 20 till 37 mil till mottagningsplatserna och ca 45 mil för deponering av farligt avfall vilket är ansevärt avstånd räknat i ton/km. Förutsättningen för att en återvinning ska vara mer fördelaktig i avseende på transportavstånd är dock att asfalten kan återvinnas och användas till en ny beläggning inom ett kortare avstånd än platserna för mottagning och deponering.

## 5.2 Ekonomi

Intervjustudien visade att investeringskostnaderna, som enligt Dahlin & Eliasson (2007) påverkas av de totala kostnaderna för projektering, material och byggnation av vägen, kan skilja sig mellan olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt då dessa handlar om:

- kostnader för stenmaterial
- bindemedel
- tillsatsmedel
- transporter
- produktionen av asfalt i asfaltverket och utläggningsarbetet

Svaren från intervjuerna visade exempelvis att:

- Bindemedelspriset påverkar värdet i återvunna massor då mindre nytt bindemedel behöver tillsättas till den nya massan än om bara jungfruligt material används. Vidare styrs priset på bitumen av världsmarknadspriset på olja som just nu är ganska lågt.
- Varm återvinning är dyrast på grund av den utrustning som krävs och kostnaden ökar om ombyggnationer för att klara högre inblandningsmängder av returavfall i varma asfaltverk krävs.
- Varm återvinning har den högsta energi- och materialkostnaden.
- Kall återvinning ger generellt den billigaste produkten.

Värdet i återvunna massor påverkas alltså av priset på bitumen som styrs av världsmarknadspriset på olja som i sin tur är ganska lågt just nu. En återvinning ger alltså ingen större besparing i materialkostnader för en asfaltstillverkare i dagsläget vilket kanske innebär att tillverkning av traditionell asfalt är ungefär lika dyrt. En annan aspekt som möjligtvis kan ligga till fördel för en traditionell asfalt är att den inte behöver mellanlagras, då den tillverkas och läggs ut på en väg direkt, vilket kanske innebär en besparing i sig. I Malmbergets fall visade intervjustudien att frästa asfaltmassor kan lämnas gratis till Skanska Asfalt & Betong i Koskullskulle medan det kostar ca 40 kr/ton att lämna schaktade massor dit. Det innebär att merkostnaden för en mellanlagring kan falla bort om det är frästa massor som ska mellanlagras. Samtidigt rekommenderas inte fräsning på vägar där tjärasfalt förekommer vilket begränsar mängden asfalt som kan fräsas bort (Lindgren 2004, Westergren 2004). Törnblom (2011) konstaterade dock att transportsträckan var den faktor som många tycker är viktigast i valet mellan traditionell och återvunnen asfalt vilket också har visat sig kunna ha störst betydelse i valet mellan att återvinna eller deponera asfalten från Malmbergets avvecklingsområden.

Undersökningen om Malmbergets lokala förutsättningar visade att en återvinning har en kortare transportsträcka än en deponering av asfalten om all asfalt återvinns till ny asfalt inom ett avstånd som är kortare än till platserna för mottagning av förorenat avfall och deponering. En kortare transportsträcka kan i sin tur innebära en lägre transportkostnad. Transportkostnaden påverkas dock även av vilken typ av transportmedel som används, vilket i sin tur påverkas av vilka mängder som ska transporteras. Arbetschefen på Swerecycling uppgav att transporter av olika massor kan ske med lastbil eller tåg. Om det är enstaka poster med material transporteras det ofta med lastbil, eftersom det är det mest konkurrenskraftiga transportsättet som resulterar i en vettig transportekonomi för mindre mängder. Hur stor transportkostnaden blir beror dessutom på hur stora mängder som ska transporteras. Viktigt att notera är att kostnaderna för en deponering även påverkas av hur mycket olika aktörer tar betalt för att ta emot avfallet. Arbetschefen på Swerecycling svarade exempelvis att det är dyrare att lämna massor som innehåller PAH till dem än rena massor och att en deponering är dyrare eftersom det kräver att de betalar deponiskatt. Han uppgav också att det sannolikt är billigare att återvinna materialet på något sätt. Fördelen med en deponering är alltså att asfalten varken behöver mellanlagras eller tillverkas vilket innebär att alla kostnader som kan förknippas med en återvinning faller bort. Om återvinning inte sker innebär det dock att asfaltstillverkaren måste köpa in mer jungfruliga material för tillverkning av asfalt vilket skulle kunna leda till en ökad kostnad för asfalttillverkaren.

Vad gäller kostnader för olika återvinningsmetoder i Malmbergets avvecklingsområden behöver inte skillnader i transportkostnader mellan olika återvinningsmetoder påverka vilken återvinningsmetod som kan användas då flera asfalttillverkare kan tillhandahålla mobila asfaltverk för återvinning. Intervjustudien visade att kall återvinning ger den billigaste produkten vilket talar för att en kall återvinning tillämpas. Det är dock inte säkert att alla typer av beläggningar kan återvinnas kallt. En asfalttillverkare uppgav exempelvis i intervjustudien att halvvarma och kalla massor inte kan användas till slitlager på vägar. Litteraturstudien visade också att kalla och halvvarma återvinningsmetoder inte passar till vägar och gator med hög trafikbelastning och de tar längre tid på sig att hårdna vid utläggning än varma asfaltmassor (Westergren 2004). Westergren (2004) rekommenderar också att de inte läggs ut när temperaturen är under 5 plusgrader vilket ger relativt få dagar för utläggning

i Gällivare kommun då antalet vinterdagar är många och antalet höst, vår- och sommandagar är få.

Det finns dock fördelar med att använda sig av kall återvinning på asfalt från Malmbergets avvecklingsområden också. Metoden rekommenderas exempelvis till asfalt som innehåller tjära och kalla massor passar också bra i kalla klimat genom dess högre flexibilitet i jämförelse med varma massor (Westergren 2004).

### 5.3 Att väga samman miljömässiga och ekonomiska aspekter

Litteraturstudien visade att en av utmaningarna är att genomföra en miljömässig värdering om olika återvinningsmetoder ska jämföras med jungfruliga material. Enligt Vägverkets handbok av Westergren (2004) ligger svårigheten i hur miljökostnader och miljövinster ska värderas och hur en reell kostnad ska vägas mot en hypotetisk kostnad för miljön. Jag vill dock invända i påståendet om att miljökostnader och vinster inte kan kopplas till faktiska reella kostnader med att samtidigt som transporter, materialförbrukning, energiförbrukning och ökade avfallsmängder ger upphov till miljöpåverkan så kostar bränslet till transporterna, materialet och en deponering också pengar.

Utifrån litteraturstudien verkar svårigheten istället ligga i att:

- Beställare inom offentlig verksamhet har begränsade möjligheter till att ställa miljökrav vid upphandling genom lagen om offentlig upphandling (Thidé & Nilsson 2014).

För att förbättra beställarnas förutsättningar till att kunna ställa fler miljökrav behöver kommunikationen mellan beställare och asfalttillverkare förbättras (Törnblom 2011). Ett problem är att hela asfaltsprocessen och särskilt återvinningen är väldigt komplex då vilken återvinningsmetod som det går att använda sig av påverkas av väldigt platsspecifika förutsättningar. Innehåller returafalten PAH finns det begränsningar. Klimatet och trafiken påverkar var den nya asfaltmassan bör läggas. Returasfaltens kvalitet påverkar hur mycket som kan inblandas i den nya asfaltmassan och vilka krav som ställs på den färdiga asfalten etc. (Westergren 2004).

Det är också svårt att genomföra ekonomiska och miljömässiga värderingar där flera olika typer av kostnader ska tas hänsyn till. I Vägverkets beräkningsmodell av Westergren (2004) ingår exempelvis både åtgärdspris, beräknad livslängd och underhållskostnad. Åtgärdspriset går direkt att räkna på för ett visst projekt, livslängden måste uppskattas utifrån tidigare erfarenheter och utvärderingar, likaså underhållskostnaden. Vidare kräver energi och materialförbrukningen en noggrann dokumentering från asfalttillverkarna som i sin tur ska samlas in av någon för att sammanställas.

## 5.4 Återvinning av asfalt i Malmbergets avvecklingsområden

Intervjustudien visade att det finns flera möjligheter till återvinning av asfalt till ny asfaltsbeläggning från avvecklingsområden i Malmberget. Utbudet av olika aktörer som kan genomföra olika återvinningsmetoder och mellanlagra asfalt är inte begränsande för vilka möjligheter det finns att återvinna asfalt från avvecklingsområden i Malmberget. Det stationära asfaltverket i Koskullskulle återvinner asfalt genom varm tillverkning. NCC, Lemminkäinen och Peab Asfalt tillämpar varm, halvvarm och kall återvinnig samt har mobila asfaltverk. Det innebär att det finns möjlighet till att återvinna asfalt genom alla tillverkningstekniker.

Vidare visade intervjustudien att två lokala aktörer, Skanskas stationära asfaltverk i Koskullskulle och BDX Miljö AB kan ta emot asfalt för mellanlagring som både fräst och schaktad massa. Skanska har en kapacitet till att mellanlagra upp till ca 10 000 ton och BDX Miljö AB kan mellanlagra upp till ca 2 000 ton. Asfaltstillverkarna NCC, Lemminkäinen och Peab Asfalt uppgav också att de försöker arbeta med att hitta lösningar för mellanlagring av asfalt om det skulle krävas i ett projekt som de utför till en beställare. Utifrån intervjustudien finns det alltså flera möjligheter till att mellanlagra asfalt lokalt.

De faktorer som visade sig kunna påverka genomförbarheten för en återvinning är istället:

- Om asfalten innehåller PAH och om sådan asfalt måste mellanlagras.
- När priset för en etablering av ett mobilt asfaltverk blir skälig i förhållande till volymerna.
- Möjligheter till samarbete med exempelvis kommunen eller Trafikverket för att hitta fler användningsområden för returafalten.
- Tidsprognoser för Malmbergets avvecklingsområden.

### 5.4.1 Tjärasfalt

Litteraturstudien visade att asfaltmassor som innehåller tjärasfalt medför begränsningar i avseende på vilken återvinningsmetod som kan väljas eftersom tjärasfalt innehåller PAH (Lindgren 2004). Lindgren (2004) rekommenderar kall- och halvvarm återvinning för massor som innehåller 16 PAH med motiveringen att luftutsläpp av PAH ökar med ökad temperatur och bedöms som låga under 110 grader. Den varma återvinningen sker vid högre temperaturer än så och anses därför inte som lämplig ur arbetsmiljösynpunkt. Intervjustudien visade att nästan alla asfalttillverkare följer Lindgrens (2004) rekommendationer då endast en uppgav att de återvinner returafalt som innehåller PAH genom varm tillverkningsteknik. Däremot rekommenderade alla asfaltstillverkare kall tillverkningsteknik men nästan ingen rekommenderade halvvarm återvinning vilket kan ha sin förklaring i att halvvarma massor tillverkas i mellan 50 till 120 grader och luftutsläpp av PAH bedöms som låga under 110 grader. Utifrån intervjustudien är alltså möjligheterna till att återvinna returafalt som innehåller PAH med varm tillverkningsteknik begränsad till en asfaltstillverkare medan möjligheterna till att tillverka sådan asfalt kallt är betydligt större.

Intervjustudien visade också att den största problematiken med en återvinning av asfalt som innehåller PAH är en eventuell mellanlagring av returafalten. Asfaltstillverkarna uppgav att det är problematiskt att mellanlagra asfalt som innehåller PAH eftersom det är svårt att hitta en lämplig plats för mellanlagringen då det alltid finns en risk för utlakning och att det krävs tillstånd för åtgärden. Ingen lokal aktör tar heller emot asfalt som innehåller PAH i dagsläget. Skanskas stationära asfaltverk i Koskullskulle mellanlagrar inte asfalt som innehåller PAH då asfaltverket ligger nära en vattentäkt och BDX Miljö AB uppgav att de endast mellanlagrar asfaltmassor som genom provtagning visar att de har PAH nivåer understigande ringa risk enligt Naturvårdsverkets handbok (2010), om återvinning av avfall i anläggningsarbeten. I handboken saknas dock nivåer för när utlakningsrisker av PAH (L,M eller H) kan anses som under ringa risk varvid endast halterna på 0,5 till 2 mg/kg TS kan användas. Enligt handboken ska också den möjliga användningen för avfall som överskrider nivåerna avgöras efter en anmälan eller tillståndsprövning av verksamheten. Lindgren (2004) anger å andra sidan att asfalten kan användas fritt på samma sätt som jungfruliga material vid halter <70 mg/kg TS 16 PAH och att risken för allvarlig miljöpåverkan via utlakning kan anses vara ringa vid totalhalter <300 ppm. Avsaknaden av nivåer för utlakningsrisker från Naturvårdsverket (2010) och angiven utlakningsrisk från Lindgren (2004) på <300 ppm gör att en bedömning av riskerna är svår. Halterna på 0,5 till 2 mg/kg TS är också betydligt lägre än Lindgrens (2004) rekommendation på <70 mg/kg TS 16 PAH då asfalten enligt Vägverket kan användas fritt på samma sätt som jungfruliga material. Samtidigt utgår man från Lindgrens (2004) rekommendation på <70 mg/kg TS 16 PAH i Miljösamverkans tillsynshandledning (2010), för hantering av schaktmassor, då en bedömning av tjärasfalt ska göras. Frågan är vilka riktlinjer man som verksamhetsutövare ska förhålla sig till? Vad gäller användning och mellanlagring av asfalt som innehåller PAH från Malmbergets avvecklingsområden rekommenderar jag därför att en dialog förs med den lokala miljömyndigheten innan ett beslut att återvinna asfalt som innehåller PAH tas.

Om Swerocks ambition om att kunna ta emot PAH asfalt i Kiruna och Gällivare, dvs. om de lyckas upprätta materiallager på orterna skulle möjligheten till mellanlagring av asfalt som innehåller PAH kunna uppstå i framtiden. Vidare skulle transport till lämpliga mottagningsplatser om asfalten inte ska återvinnas till en ny beläggning också kunna genomföras av dem. I dagsläget kan de bara ta emot PAH asfalt som ligger under gränsen för farligt avfall i Luleå och om PAH innehållet i asfalten överskrider gränsvärdet har de ingenstans att lagra det i nuläget. Det är dock viktigt att notera att det finns goda möjligheter till att återvinna asfalt som innehåller PAH enligt Westergren (2004) och Lindgren (2004) även om det krävs fler försiktighetsåtgärder och är lite krångligare.

#### 5.4.2 Etablering av mobila asfaltverk

Möjligheten till att etablera mobila asfaltverk för återvinning påverkar förutsättningarna för att kunna välja olika typer av återvinningsmetoder och i Malmbergets fall genom att Skanska Asfalt & Betongs stationära asfaltverk i Koskullskulle bara tillämpar varm återvinning.

De svar som erhöles angående den ekonomiska rimligheten för etablering av mobila asfaltverk varierande mellan respondenterna i intervjustudien. Svaren varierade mellan ungefärliga uppskattningar av mängder, att mängderna i huvudsak beror på hur mycket beställaren vill betala, konkurrenssituationen mellan anbudsgivarna och att det blir en dyrare asfalt för kunden om det är en liten volym ska tillverkas än en stor. De ungefärligt

uppskattade mängderna för olika tillverkningstekniker var ca 20 000 ton för varm tillverkade massor, 10 000 ton för halvvarma och 10 000 till 5 000 ton för kalla massor. Enligt Westergren (2004) rekommenderas etableringar av mobila asfaltverk för då mer än 10 000 ton ska återvinnas varmt och då 1 500 ton och mer ska återvinnas halvvarmt eller kallt. Rekommendationen gäller då en etablering av ett mobilt asfaltverk anses som nödvändigt och om det redan finns ett stationärt eller mobilt verk etablerat kan de användas för återvinning av mindre mängder asfalt med exempelvis varm teknik. I Vägverkets handbok av Westergren (2004) påpekas det också att möjligheter till samordning av olika objekt och beställare i närområdet kan ha betydelse för metodval, pris och kvalitet. Utifrån svaren från intervjustudien och de rekommendationer som ges i Vägverkets handbok kan man konstatera att den ekonomiska rimligheten i att etablera ett mobilt asfaltverk beror mycket på hur mycket ny asfalt som ska tillverkas med en viss teknik, beställarens krav, konkurrenssituationen mellan anbudsgivarna och möjlighet till samordning. Det är också en fråga som ligger i framtiden eftersom ingen fullständig utredning av olika väg- och gatusträckningar har genomförts och därmed finns inte heller några förutsättningar för att välja metod ännu. Det är dock intressant att de ungefärligt uppskattade mängderna var betydligt större utifrån intervjustudien än rekommendationerna från Vägverket av Westergren (2004). Det skulle kunna bero på att frågan kan tolkas olika av olika personer, osäkerhet eller kanske att de ekonomiska förutsättningarna (exempelvis priset på bitumen) har förändrats sedan handboken skrevs.

Intervjustudien visade även att de faktorer som i övrigt kan begränsa eller påverka genomförbarheten är att hitta en plats att ställa det mobila asfaltverket på samt att verket ska gå på full fart dvs. 100 % då den startas upp. Det innebär att om man startar en morgon kör man tills det är klart, det går alltså inte att slå ut volymen på flera år.

### 5.4.3 Möjligheter till samarbete och tidsprognoser

Det finns mycket asfalt i Malmbergets avvecklingsområden som möjligtvis kan återvinnas men för att det ska bli fråga om en återvinning krävs det att åtgärden fyller en reell funktion och är definierad i tid och rum (Miljösamverkan 2010). Svaret från Skanska Asfalt & Betong som har ett stationärt asfaltverk Koskullskulle tyder på att återvinning av asfalt är rätt så sällsynt i kommunen då det finns relativt små volymer asfalt som går till återvinning idag. En frågeställning om vilka möjligheter det finns att samarbeta med andra aktörer för att hitta fler potentiella användningsområden för asfalten är därför relevant.

Genom samhällsomvandlingen kommer kommunen exempelvis att behöva anlägga nya vägar och gator varvid ett samarbete mellan LKAB och kommunen skulle kunna vara fördelaktigt för båda parter. Kommunen behöver asfalt och LKAB kan tillhandahålla returafalt som om den används kan ge en bättre produkt ur miljösynpunkt då förbrukningen av icke förnybara resurser är mindre. I intervjustudien nämnde en asfalttillverkare också att ett samarbete med Trafikverket skulle kunna öka förutsättningarna för en återvinning på samma sätt. Något som också talar för att ett samarbete inte borde vara omöjligt är att det råder brist på returafalt i Norrland och att det därmed kan finnas ett värde i massorna.

Svårigheten med ett samarbete kan istället ligga i att inköpspriset styr den offentliga verksamhetens beslut vid upphandling genom lagen om offentlig upphandling och att det i sin

tur leder till att miljöpåverkan inte blir en prioriterad aspekt vid val av asfalt (Thidé & Nilsson 2014). Det förfrågningsunderlag som lämnades av Gällivare kommun som svar på mina intervjufrågor visade att de utvärderingskriterier som används vid prövning av flera anbudsgivare var prisbild, organisation samt kvalitets- och miljösystem. Prisbilden stod för 70 % av den totala poängen, organisation 20 % och kvalitets- samt miljösystem för 10 %. Förfrågningsunderlaget avser ett specifikt projekt varvid inga slutsatser kring om kommunen alltid använder samma procentuella fördelning på utvärderingskriterierna kan dras. För det specifika projektet kan man dock konstatera att priset har varit styrande vid val av olika anbudsgivare och att miljöaspekterna har haft en relativt liten inverkan på valet. Kanske beror det på vilka krav som ställs på offentlig upphandling men eftersom jag inte ställde frågan går det inte att dra några slutsatser kring det. Om kommunen kan ställa krav på att returafalt ska användas vid upphandling är oklart eftersom endast förfrågningsunderlaget skickades ut som svar på mina intervjufrågor om upphandling till dem.

En annan viktig aspekt som komplicerar situationen är tidsprognoserna för när avvecklingsområdena hamnar inom LKAB:s staketgränser. Det innebär att större vägprojekt som kommunen eller Trafikverket kanske vill genomföra med returafalt i framtiden måste sammanfalla med tidsprognoserna inom en rimlig tidsram, dvs. det går inte att avveckla ett område alldeles för tidigt bara för att asfalten kan användas i ett projekt som ska genomföras då. Det går inte heller att avveckla ett område alldeles för sent med tanke vilka begränsningar som finns då området blivit bedömt som ett rasriskområde.

Förutom att fler potentiella användningsområden skulle kunna hittas kan det också vara värdefullt om inte nödvändigt att samordna sig med andra parter som Trafikverket eller kommunen med tanke på vilka mängder som uppgavs ge en ekonomisk rimlighet för en etablering av olika mobila asfaltverk i intervjustudien.

## 5.5 Miljö, ekonomi, genomförbarhet - en återvinning i Malmberget

Då Vägverkets förslag av Westergren (2004) på ekonomiska och miljömässiga värderingar vid val av olika återvinningsmetoder och traditionell asfalt enligt Törnblom (2011) inte verkar fungera i praktiken är frågan på vilket sätt man skulle kunna väga samman miljömässiga och ekonomiska aspekter i Malmbergets fall. Viktigt är att miljö- och ekonomiaspekter ses i belysning till genomförbarheten som examensarbetet bara delvis har kunnat svara på. Sammanfattningsvis har nedanstående drivkrafter, skillnader mellan olika återvinningsmetoder, möjligheterna och faktorer som påverkar genomförbarheten identifierats i uppsatsen.

### **Miljömässiga och ekonomiska drivkrafter till att återvinna asfalten:**

- Det finns goda möjligheter att återvinna asfalt som innehåller PAH och det är dyrare att lämna asfalt som innehåller PAH till Swerocks mottagningsplatser än rena massor.
- Transportsträckan vid en återvinning är kortare än vid en deponering om asfalten återvinns och används till en ny beläggning inom ett kortare avstånd än platserna för mottagning och deponering vilket också kan påverka transportkostnaden.
- Frästa massor kan lämnas gratis för mellanlagring till asfaltverket i Koskullskulle.

### **Miljömässiga och ekonomiska skillnader mellan olika återvinningsmetoder:**

- Kall återvinning har den största potentialen till att förbruka minst jungfruligt material och ger generellt den billigaste produkten.
- Varm återvinning har den högsta energi- och materialförbrukningen samt den högsta energi- och materialkostnaden.
- Varm återvinning har den dyraste utrustning och kostnaden ökar om ombyggnationer för att klara högre inblandningsmängder av returasfalt i varma asfaltverk krävs.

### **Möjligheterna:**

- Utbudet av olika aktörer som kan genomföra olika återvinningsmetoder är god och möjlighet till mellanlagring finns lokalt.
- Möjligheten till att mellanlagra PAH asfalt i både Kiruna och Gällivare kan uppstå i framtiden om Swerock upprättar materiallager på orterna.

### **Genomförbarheten:**

- Kall och halvvarm återvinning rekommenderas till asfalt som innehåller PAH vilket innebär att asfalten inte går att använda vid alla trafikklasser och en eventuell mellanlagring är problematisk, framförallt då ingen lokal aktör tar emot eller mellanlagrar PAH asfalt.
- Kalla och halvvarma massor passar bättre i kalla klimat än varma massor men tar längre tid på sig att hårdna vid utläggning vilket kräver god planering då antalet dagar då temperaturen ligger över 5 plusgrader är relativt få.
- Förutsättningarna för att kunna välja återvinningsmetod påverkas av möjligheten till att etablera olika mobila asfaltverk som i sin tur kräver att olika mängder ska produceras för att det ska bli ekonomiskt rimligt. En förutsättning för att kunna etablera ett mobilt asfaltverk är också att det finns en plats att ställa den på.
- För att hitta fler användningsområden för returasfalten krävs ett samarbete med exempelvis kommunen eller Trafikverket. Samarbetet kan påverkas av tidsprognoserna för Malmbergets avvecklingsområden och lagen om offentlig upphandling.

## **5.6 Rekommendationer**

Generellt finns det ett antal kunskapsluckor som kräver vidare utredning. Uppgifter om energiförbrukning vid lagring, transport och utläggning av asfalt kan ha betydelse vid valet mellan olika metoder för återvinning och traditionell asfalt så fortsatta studier kring det rekommenderas. I dagsläget är det inte möjligt att generellt beakta energiförbrukning eftersom det saknas insamlade uppgifter från asfalttillverkare, kanske skulle en någon form av databas hos Trafikverket kunna fungera som insamlingssätt? Frågan om man bör sträva efter att beakta alla parametrar i Vägverkets förslag vid ett beslut att använda återvunna material eller inte när ett vägprojekt ska genomföras bör dock lyftas. Då vägverkets förslag av Westergren (2004) på ekonomiska och miljömässiga värderingar inte verkar ha fungerat i praktiken och miljöpåverkan inte verkar vara prioriterad vid upphandling, kanske



hållbarhetskriterier bättre skulle kunna användas för att styra offentlig upphandling mot mindre resursförbrukning när tjänster och produkter med asfalt ska upphandlas?

Få vetenskapliga artiklar har använts i litteraturstudien vilket till stor del beror på att de mer handlar om olika material och olika tekniska aspekter som kan kopplas till asfaltens prestanda än hur en återvinning går till eller övergripande miljömässiga och ekonomiska aspekter kring en återvinning med asfalt. Fler studier med inriktning på miljö och ekonomi skulle därför vara välkomna på området.

Vad gäller återvinning av asfalt i Malmbergets avvecklingsområden rekommenderar jag ett samarbete mellan LKAB, Gällivare kommun och Trafikverket för att effektivt kunna utnyttja asfalten som en resurs. Vidare bör en utredning om PAH-innehåll i de vägar som ligger inom avvecklingsområdena startas, då det inverkar på möjligheterna till att återvinna och mellanlagra asfalten. Även möjligheterna till att ordna egna mellanlagringsplatser för asfalt som innehåller PAH kan vara av stor betydelse och bör utredas vidare.

Det är också viktigt att en mer noggrann undersökning kring vilka platser det finns för deponering eller mottagning av förorenad asfalt genomförs eftersom endast tre olika aktörer finns representerade i uppsatsen. Med utgångspunkt från diskussionens tidigare avsnitt (5.1 och 5.2) kan andra aktörer inom ett kortare avstånd påverka både den miljömässiga och ekonomiska drivkraften till att återvinna i fråga om transportsträckor och kostnader för den.

## 6. Referenser

- Agardh, S., & Parhamifar, E. (2014), *Vägbyggnad*, Upplaga 1, Stockholm: Liber AB, ISBN 978-91 47-09346-5, 167 s.
- Andersson, B., & Danielsson, S. (1995), *Tillverkning. I FAS asfaltbok*, Stockholm: Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige, ss 198-213.
- Asfaltskolan (2015), *Detta är asfalt*, [Elektronisk], (Asfaltskolan/asfaltteknik/detta är asfalt), Tillgänglig:<<http://www.asfaltskolan.se/Allmantomasfalt.htm>>, [hämtad 2015-05-17].
- Avfall Sverige (2013), *Flera faktorer avgör val av behandlingsmetod*, [Elektronisk], (Avfall Sverige/avfallshantering), Tillgänglig:<<http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/>>, [senast uppdaterad 2013-07-01].
- BDX Miljö AB (2015), *Miljö & återvinning – För miljöns skull*, [Elektronisk], (BDX/produkter och tjänster/miljö), Tillgänglig: <<http://bdx.se/sv/produkter-tjanster/miljo-atervinning/>>, [hämtad 2015-04-15].
- Berggren & Bergman AB (2015), *Asfalt*, [Elektronisk], (Berggren & Bergman/verksamhetsområden/asfalt), Tillgänglig: <<http://www.bebeab.se/tjanster-och-produkter/>>, [hämtad 2015-04-14].
- Dahlin, H., Eliasson, Å. (2007), *Jämförelse mellan asfalt- och betongbeläggningar – uppdatering av kalkylmodellen 2Ö*, Göteborg: Chalmers tekniska högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Examensarbete, 57 s.
- Granhage, L. (2009), *Kompendium i vägbyggnad*, Göteborg: Chalmers tekniska högskola, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Kompendium, 77 s.
- Gällivare kommun (2015), *Kavahedens avfallsanläggning*, [Elektronisk], (Gällivare/kommun & samhälle/Miljö & hälsa/avfall & återvinning/Kavahedens avfallsanläggning), Tillgänglig:<<http://www.gallivare.se/Kommun/Miljo--Halsa/Avfall--Atervinning/Kavahedens-avfallsanlaggning/>>, [hämtad 2015-04-15].
- Hellman, F., et al. (2011), *Svenska erfarenheter av rivning samt återvinning av vägmateriäl i nya vägar*, Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut, 65 s.
- Hellman, L., & Morgin, A. (2009), *Återvinning av asfalt – en utvärdering av återvinningsmetoder för asfalt vid Skanskas verk i regionerna syd och sydost*, Luleå: Luleås tekniska universitet, Institutionen för samhällsbyggnad, Examensarbete, 71 s.
- Hitta.se (2015), *Kartan*, [Elektronisk], (Hitta.se/sökord: Gällivare), Tillgänglig:<[www.hitta.se](http://www.hitta.se)>, [hämtad 2015-04-30].

- Jacobson, T., (2004), *På väg igen: vägen tillbaka för återvunnen asfalt*, Stockholm: EO Print Stockholm-Hammarby, Svenska kommunförbundet, ISBN 91-7289-247-1, 52 s.
- Jacobson, T. (2007), *Återvinning av tjärasfalt och krossad asfaltbeläggning vid motorvägsbygget på E4 via Markaryd*, Stockholm: Statens väg- och transportforskningsinstitut, 63 s.
- Johanssen, A., & Tufte, P. (2002), *Introduktion till samhällsvetenskaplig metod*, Upplaga 1:3, Malmö: Liber AB, ISBN 978-91-47-06534-9, 278 s.
- Kiruna kommun (2014), *Historia & framtid*, [Elektronisk], (Kiruna/stadsomvandling/historia & framtid), Tillgänglig:< <http://www.kiruna.se/Stadsomvandling/Historia--framtid/>>, [senast uppdaterad 2014-01-15].
- Konkurrensverket (2014), *Vad skiljer offentlig upphandling från inköp i privat sektor?*, [Elektronisk], (Konkurrensverket/upphandling/om regler för upphandling/skillnad offentlig privat), Tillgänglig:< <http://www.kkv.se/upphandling/om-upphandlingsreglerna/skillnad-offentlig-privat/>>, [senast uppdaterad 2014-11-21].
- Konkurrensverket (2015a), *Om lagstiftningen*, [Elektronisk], (Konkurrensverket/upphandling/om regler för upphandling/om lagstiftningen), Tillgänglig:< <http://www.kkv.se/upphandling/om-upphandlingsreglerna/om-lagstiftningen/>>, [hämtad 2015-04-07]
- Konkurrensverket (2015b), *Upphandlingsprinciperna*, [Elektronisk], (Konkurrensverket/upphandling/om regler för upphandling/om lagstiftningen/principerna), Tillgänglig: <<http://www.kkv.se/upphandling/om-upphandlingsreglerna/om-lagstiftningen/upphandlingsprinciperna/Konkurrensverket>>, [hämtad 2015-04-07].
- Lemminkäinen (2015), *Beläggning och ballast*, [Elektronisk], (Lemminkäinen/affärsområden/beläggning och ballast), Tillgänglig: <[http://www.lemminkainen.se/Affarsomraden/Belaggnig\\_och\\_ballast](http://www.lemminkainen.se/Affarsomraden/Belaggnig_och_ballast)>, [hämtad 2015-04-14].
- Lindgren, Å. (2004), *Hantering av tjärhaltiga beläggningar*, publikation 2004:90, Borlänge: Vägverket, 23 s.
- LKAB (2015a), *LKAB år för år*, [Elektronisk], (LKAB/om oss/historia/LKAB år för år), Tillgänglig: <<http://www.lkab.com/sv/om-oss/Historia/LKAB-ar-for-ar/>>, [hämtad 2015-02-06].
- LKAB (2015b), *Samhällsomvandling*, [Elektronisk], (LKAB/framtid/samhällsomvandling), Tillgänglig: <<http://www.lkab.com/Framtid/Samhallsomvandling/>>, [hämtad 2015-05-17].
- LKAB (2015c), *Malmen i Malmberget är utspridd*, [Elektronisk], (LKAB/framtid/samhällsomvandling/när?/mätningar/Malmberget), Tillgänglig: <<https://www.lkab.com/sv/Framtid/Samhallsomvandling/Nar/Matningar/Mer-om-matningar-i-Malmberget/>>, [hämtad 2015-03-11].
- LKAB (2015d), *Malmen i Malmberget är utspridd*, [Elektronisk], (LKAB/framtid/samhällsomvandling/när?/mätningar/Malmberget), Tillgänglig:

<[http://www.lkab.com/ImageVaultFiles/id\\_2530/cf\\_3/malmberget\\_etapp.jpg](http://www.lkab.com/ImageVaultFiles/id_2530/cf_3/malmberget_etapp.jpg)>, [hämtad 2015-03-02].

Miljömålsrådet (2008), *Miljömålen i korthet – och en sammanfattning av Miljömålsrådets utvärdering*, [Elektronisk], Davidsons Tryckeri AB, Taberg Media Group, Naturvårdsverket, ISBN 978-91-620-8321-2, 32 s, Tillgänglig: <[www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu)>, [publicerad 2008]

Miljösamverkan (2010), *Hantering av schaktmassor – tillsynshandledning*, [Elektronisk], Miljösamverkan i Värmland och Miljösamverkan Västra Götaland, 95 s, (Miljösamverkan Västra Götaland/startside/projekt och rapporter/avfall/Massor från schakt och anläggning/), Tillgänglig:<<http://www.miljosamverkan.se/Sv/projekt-och-rapporter/avfall/Pages/massor-fran-schakt-och-anlaggning.aspx>>, [publicerad april 2010].

Miljösamverkan (2015), *Miljösamverkan*, [Elektronisk], (Miljösamverkan/startside), Tillgänglig: <<http://www.miljosamverkan.se/Sv/Pages/default.aspx>>, [hämtad 2015-03-17].

Nationalencyklopedin (2015), *Anbud*, [Elektronisk], (Nationalencyklopedin/sökord: anbud), Tillgänglig:<<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/anbud>>, [hämtad 2015-05-01]

Naturvårdsverket (2010), *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten – Handbok*, [Elektronisk], utgåva 1, Tillgänglig: <[www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)>, [publicerad feb 2010].

Naturvårdsverket (2013), *Klassning av farligt avfall – detta är farligt avfall*, [Elektronisk], Tillgänglig:<[www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)>, [publicerad 2013-02-13].

NCC (2014), *Återvinning av asfalt*, [Elektronisk], (NCC/start/produkter & tjänster/återvinning av asfalt), Tillgänglig: <<http://www.ncc.se/produkter-och-tjanster/atervinning-av-asfalt/>>, [senast uppdaterad 2014-03-24].

Norrlands jord & miljö AB (2015), *Avfallsbehandling*, [Elektronisk], (Norrlands jord & miljö AB/Avfallsbehandling), Tillgänglig: <<http://www.norrlandsjord.se/avfallsbehandling/>>, [hämtad 2015-03-31].

NVF (2000), *Asfaltens gröna bok*, NVF-rapport 2/2000, Gävle: Nordiska Vägtekniska Förbundet, projektgrupp inom NVF utskott 33, ISSN 0347-2485, 46 s.

Peab Asfalt (2015), *Om Peab Asfalt*, [Elektronisk], (Peab Asfalt/Om Peab Asfalt), Tillgänglig:<<http://www.peabasfalt.se/>>, [hämtad 2015-04-15].

Ragn-Sells (2015), *Förorenade jordmassor och asfalt*, [Elektronisk], (Ragn-Sells/våra tjänster/basutbud/mark- och vattenmiljö/förorenade jordmassor och asfalt) Tillgänglig: <<http://www.ragnsells.se/sv/Vara-tjanster/Basutbud/Mark--och-Vattenmiljo/Forenaded-jordmassor-och-asfalt/>>, [hämtad 2015-03-31].

SMHI (2015), *Årstider*, [Elektronisk], (SMHI/kunskapsbanken/ sök: årstider), Tillgänglig: <<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/arstider-1.1082>>, [senast uppdaterad 2015-04-17].

- Swerock AB (2015), *Återvinning – omhändertagande av avfall*, [Elektronisk], (Swerock/återvinning/omhändertagande av avfall) Tillgänglig: <<http://www.swerock.se/sv/Swercycling/>> [hämtad 2015-04-15]
- Thidé, A., Nilsson, E. (2014), *Undersökning av urvalskriterier vid upphandling av asfalt – En jämförelseanalys mellan privat och offentlig verksamhet*, Örebro: Örebro universitet, Institutionen för naturvetenskap och teknik, Examensarbete, 43 s.
- Trafikverket (2014), *Bitumenbundna lager*, [Elektronisk], Dokument id: TDOK 2013:0529, version 1.0, 120 s. Tillgänglig: <<http://trvdokument.trafikverket.se/Default.aspx>>, [publicerad 2014-07-01]
- Torpfeldt, T. (red.) (2014), *Förfrågningsunderlag*, [Elektronisk], Stockholms universitet: Ekonomiavdelningen/inköpsfunktionen, (Stockholms universitet/ Service/juridik och upphandling/ upphandling/upphandlingshandbok/förfrågningsunderlag), Tillgänglig: <<http://www.su.se/medarbetare/service/juridikupphandling/upphandling/upphandlingshandboken/f%C3%B6rfr%C3%A5gningsunderlag-1.3146>> [senast uppdaterad 2014-04-15]
- Tykesson, A. (2010), *En effektivare asfaltprocess – från tillverkning till utläggning*, Lund: Lunds tekniska högskola, Institutionen för teknik och samhälle, Examensarbete, 61 s.
- Törnblom, P. (2011), *Återvinning av asfalt och betong – ekonomisk lönsamhet*, Lund: Lunds tekniska högskola, Institutionen för teknik och samhälle, Examensarbete, 58 s.
- VTI (2015), *Vägens konstruktion*, [Elektronisk], Statens väg- och transportforskningsinstitut. (VTI/forskningsområden/drift och underhåll/grusväg/vägens konstruktion) Tillgänglig: <<http://www.vti.se/sv/forskningsomraden/drift-och-underhall/grusvagsunderhall/vagens-konstruktion/>> [hämtad 2015-02-09].
- Westergren, P. (2004). *Handbok för återvinning av asfalt*, publikation 2004:91, Borlänge: Vägverket, 182 s.
- Wikipedia (2006), *File: Gällivare Municipality in Norrbotten County.png*, [Elektronisk], Tillgänglig: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:G%C3%A4llivare\\_Municipality\\_in\\_Norrbotten\\_County.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:G%C3%A4llivare_Municipality_in_Norrbotten_County.png)>, [hämtad 2015-04-15].

# Bilagor

## Bilaga 1

### Intervjufrågor

Urvalsgrupp	Tillfrågad	Kategorier av frågor
Stationära asfaltverk i Gällivare	Skanska Asfalt & Betong AB	Återvinning Mellanlagring Lönsamhet Om ni inte återvinner asfalt

Kategori	Intervjufrågor
<b>Återvinning</b>	<p>Återvinner ni asfalt i ert asfaltverk?</p> <p>Vilken eller vilka återvinningsmetoder är möjliga i ert verk?</p> <p>Finns det några begränsningar ifråga om den eller de återvinningsmetoder ni tillämpar?</p> <p>Har ni återvunnit asfalt som har haft stenkolstjära i sig?</p> <p><i>Om ja:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vilken återvinningsmetod användes då?</li><li>• Var det något som var mer problematiskt med den återvinning jämfört med återvinning som genomförts på asfalt som inte innehöll stenkolstjära?</li></ul> <p><i>Om nej:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Har det saknats projekt där stenkolstjära förekommit eller återvinner ni inte asfalt som innehåller det?</li></ul>
<b>Mellanlagring</b>	<p>Mellanlagrar ni returafalt?</p> <p>Spelar det någon roll hur asfalten har tagits bort för att ni ska kunna mellanlagra den? Dvs. mellanlagrar ni frästa eller schaktade massor, eller både och?</p> <p>Hur stora mängder mellanlagrar ni nu?</p> <p>Hur stora mängder har ni kapacitet till att mellanlagra?</p> <p>Mellanlagrar ni returafalt som innehåller stenkolstjära med innehåll av 16 PAH?</p> <p><i>Om ja:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Finns det någon begränsning på hur mycket 16 PAH returafalten får innehålla för att ni ska kunna mellanlagra den? Exempelvis</li></ul>

	<p>spridningsförutsättningar i marken eller tillgång till material för uppsamling av lakvatten.</p> <p>Tar ni emot returafalt för mellanlagring som ni själva inte har tagit bort?</p> <p><i>Om ja:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hur stora mängder har ni kapacitet till att ta emot?</li> <li>• Tar ni ut någon avgift för att ta emot returafalt för mellanlagring eller betalar ni för att få ta emot det?</li> </ul>
<b>Lönsamhet</b>	Vad anser ni ha mest betydelse för att en återvinning av asfalt i ett projekt ska bli lönsam utifrån er erfarenhet?
<b>Om ni inte återvinner asfalt</b>	<p>Vilken tillverkningsteknik använder ni för tillverkning av asfaltmassor med endast jungfruligt material?</p> <p>Hur stora mängder har ni kapacitet till att producera?</p> <p>Hur stor omsättning, i ton, har ni ungefär på ett år?</p> <p>Finns det potential till att återvinna asfalt i ert verk?</p> <p>Vilka begränsningar finns ifråga om återvinning i ert verk?</p>

Urvalsgrupp	Tillfrågad	Kategorier av frågor
Entreprenörer som arbetar med asfaltstillverkning	Lemminkäinen Peab Asfalt NCC	Återvinning Utrustning och mobila asfaltverk Mellanlagring Lönsamhet och investeringsskillnader Om ni inte återvinner asfalt
Kategori	Intervjufrågor	
<b>Återvinning</b>	<p>Återvinner ni asfalt?</p> <p>Vilken eller vilka återvinningsmetoder använder ni er av?</p> <p>Återvinner ni returafalt som innehåller stenkolstjära med innehåll av 16 PAH?</p> <p><i>Om ja:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finns det någon begränsning på hur mycket 16 PAH returafalten får innehålla för att ni ska kunna återvinna den?</li> <li>• Utifrån er erfarenhet, vad är mest problematiskt med en återvinning av asfalt som innehåller stenkolstjära?</li> </ul>	

<b>Utrustning och mobila asfaltverk</b>	<p>Vilka typer av verk/krossar använder ni för återvinning av asfalt?</p> <p>Hyr ni ut krossar och asfaltverk?</p> <p>Har ni mobila verk för återvinning?</p> <p><i>Om ja:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vilka mängder returafalt krävs för att etablera olika typer av mobila verk för återvinning?</li> </ul>
<b>Mellanlagring</b>	<p>Vad händer om returafalten måste mellanlagras innan den kan återvinnas?</p> <p>Erbjuder ni lösningar för mellanlagring av returafalt?</p>
<b>Lönsamhet och investeringsskillnader</b>	<p>Vad anser ni ha mest betydelse för att en återvinning av asfalt i ett projekt ska bli lönsam utifrån er erfarenhet?</p> <p>Finns det någon generell investeringsskillnad mellan kall-, halvvarm eller varm återvinning? Är någon av dem generellt dyrare per m<sup>2</sup> eller kräver dyrare utrustning exempelvis.</p>
<b>Om ni inte återvinner asfalt</b>	<p>Vilken tillverkningsteknik använder ni för tillverkning av asfaltsmassor med endast jungfruligt material?</p> <p>Vilka begränsningar finns ifråga om återvinning för er? Exempelvis tillgång till rätt utrustning.</p>

Urvalsgrupp	Tillfrågad	Kategorier av frågor
Lokala aktörer som kan tillhandahålla plats för mellanlagring	Gällivare kommun BDX Miljö AB Swerock AB	Mellanlagring
Kategori	Intervjufrågor	
<b>Mellanlagring</b>	<p>Mellanlagrar ni returafalt?</p> <p>Var sker mellanlagringen dvs. geografiskt på vilket område?</p> <p>Har ni några krav på hur asfalten har tagits bort dvs. mellanlagras ni främst frästa eller schaktade massor, eller både och?</p> <p>Hur stora mängder har ni kapacitet till att mellanlagra?</p> <p>Hur stor omsättning, i ton, har ni ungefär på ett år?</p> <p>Kostar det något att lämna returafalt för mellanlagring hos er?</p> <p>Mellanlagras ni returafalt som innehåller stenkolstjära med innehåll av 16 PAH?</p> <p><i>Om ja:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Finns det någon begränsning på hur mycket 16 PAH returafalten får innehålla för att ni ska kunna mellanlagra den? Exempelvis</li> </ul>	



	<p>spridningsförutsättningar i marken eller tillgång till material för uppsamling av lakvatten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Är det dyrare att lämna sådana massor till er jämfört med massor som inte innehåller 16 PAH?</li> </ul> <p><i>Om nej:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Är det något som ni anser vara särskilt problematiskt med att mellanlagra sådan asfalt?</li> </ul>
--	--

Urvalsgrupp	Tillfrågad	Kategorier av frågor
Beställare	Gällivare kommun	Upphandling
Kategori	Intervjufrågor	
<b>Upphandling</b>	<p>Hur går upphandling av olika typer av vägarbete till inom kommunen?</p> <p>Är det kommunen som sköter upphandlingen av entreprenörer eller är det olika exploatörer om nya vägar ska anläggas i ett nytt område exempelvis?</p> <p><i>Om exploatörer upphandlar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan ni ställa några krav på exploatören?</li> </ul> <p>Exempelvis att återvunnen asfalt bör ingå i de nya vägarna som anläggs om det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.</p> <p><i>Om eller när kommunen upphandlar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Har du tidigare arbetat med upphandling av entreprenad för vägarbete?</li> <li>• Vilka eller vilket kriterium har varit viktigast när ni har upphandlat entreprenad för anläggande av nya vägar och/eller gator i kommunen? Har det exempelvis varit pris, miljökriterier, service, utbud av olika typer av tjänster eller kvalitet.</li> <li>• Finns det något intresse till att använda återvunnen asfalt när nya vägar och gator ska anläggas i kommunen?</li> <li>• Är ett användande av returafalt ett kriterium som skulle kunna ställas vid en upphandling av entreprenad för vägarbete? <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Om ja:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Finns det några svårigheter med att ställa ett sådant krav?</li> </ul> </li> <li>○ <i>Om nej:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vilka svårigheter finns det med att ställa ett sådant krav från er sida?</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	

## Bilaga 2

### USEPA 16 PAH och USPEA 7 PAH

Tabell med indikatorsubstanserna USPEA 16 PAH och USPEA 7 PAH, Källa: Naturvårdsverket 2013, vägledning om farligt avfall, s 13.

USEPA 16 PAH inkluderar:	USEPA 7 PAH inkluderar:
<ul style="list-style-type: none"><li>- bens(a)antracen</li><li>- bens(a)pyren</li><li>- benso(b)fluoranten</li><li>- benso(k)fluoranten</li><li>- krysen</li><li>- dibens(a,h)antracen</li><li>- indeno(1,2,3-c,d)pyren</li><li>- acenaften</li><li>- acenaftylen</li><li>- antracen</li><li>- benso(g,h,i)perylene</li><li>- fluoranten</li><li>- fluoren</li><li>- naftalen</li><li>- fenantren</li><li>- pyren</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- bens(a)antracen</li><li>- bens(a)pyren</li><li>- benso(b)fluoranten</li><li>- benso(k)fluoranten</li><li>- krysen</li><li>- dibens(a,h)antracen</li><li>- indeno(1,2,3-c,d)pyren</li></ul>

## Bilaga 3

### *Uträkning av antal sommar-, höst-, vinter- och vårdagar*

Sammanställning av meteorologiska definitionen av sommar-, höst-, vinter- och vårdagar i varaktig dygnsmedeltemperatur i Kiruna från SMHI:s hemsida (SMHI 2015). Sammanställningen avser exempel på då årstiderna normalt brukar anlända.

<b>Plats</b>	<b>Sommar (minst +10 grader)</b>	<b>Höst (sjunkande 0-10 grader)</b>	<b>Vinter (0 grader eller lägre)</b>	<b>Vår (stigande 0-10 grader)</b>
Kiruna	18 juni	16 augusti	10 oktober	1 maj

<b>Månad</b>	<b>Jan</b>	<b>Feb</b>	<b>Mars</b>	<b>April</b>	<b>Maj</b>	<b>Juni</b>	<b>Juli</b>	<b>Aug</b>	<b>Sep</b>	<b>Okt</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>
<b>Dagar</b>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Antal sommar-, höst-, vinter- och vårdagar beräknades genom antal dagar från det att årstiden startade till att en ny tog vid, exempelvis sommarens start 18 juni och höstens start 16 augusti gav 59 sommardagar i Kiruna.



**LUNDS**  
UNIVERSITET

**WWW.CEC.LU.SE**  
**WWW.LU.SE**

**Lunds universitet**

**Miljövetenskaplig utbildning**  
**Centrum för miljö- och**  
**klimatforskning**  
**Ekologihuset**  
**223 62 Lund**