

Seminar series nr 178

# Utsläpp till luft från ballastproduktionen år 2008



Källa: Norlin, 2009.

**Erika Filppa**

---

2010  
Centrum för Geobiosfärvetenskap  
Naturgeografi och Ekosystemanalys  
Lunds Universitet  
Sölvegatan 12  
223 62 Lund





# Utsläpp till luft från ballastproduktionen år 2008

Av Erika Filppa

Handledare var Ulrik Mårtensson,  
Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys

7 april 2010  
Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys



## Förord

Den här uppsatsen är ett examensarbete på 15 högskolepoäng, och avslutar mina studier av kandidatprogrammet *Naturgeografi och ekosystemanalys* vid Lunds universitet. Min handledare för studien har varit Ulrik Mårtensson vid Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys. Jag vill rikta ett tack till John Sjöström och Lars-Åke Olsson (Naturvårdsverket), Åke Sjödin (IVL), Christina Wolf (NTM), Roger Johansson (Piteå Bergsprängningar), Benjamin Snell och Patrik Snell (Snells Entreprenad), som har bistått med information och hjälp vilket har gjort uppsatsen möjlig. Slutligen vill jag rikta ett stort tack till Kristoffer Uusitalo, för bra idéer och stöd.

Erika Filppa, Lund  
7 april 2010



## **Abstract**

### *Emissions to air from the aggregate production in 2008*

By Erika Filppa

In 2008 there were 2.124 licensed pits and quarries in Sweden for primarily production of aggregate. Of these pits there were 38 % producing natural sand and 28 % producing crushed rock. The same year the primarily aggregate production was 88,2 million tonnes, where 66,8 million tonnes crushed rock and 18,8 million tonnes natural sand. The production in pits and quarries are mad up of breakages, loading and transport. The standard mechanical equipment are: one wheel loader, one excavator, one primarily crusher and one secondary crusher. These machines have the same type of motor that a truck has, where the emissions are based on a Scania Euro 3-motor. The fuel consumption is 0,8 liter per tonne. Pits that produce crushed rock have an additional 0,1 liter per tonne, due to loosening of the bedrock which results in more emissions. Emissions created by the primarily aggregate production in 2008 were: 200.000 tonnes carbon dioxide, 1.300 tonnes nitric oxides, 100 tonnes hydro carbons, 20 tonnes particles, 300 tonnes carbon monoxide and 60 kg sulphur oxides. These emissions are between 0,085 and 5,6 % of the emissions from passenger cars in Sweden. The aggregates are usually transported out of the pit and quarries with trucks. The emissions from truck transport are also based on the Scania Euro 3-motor. The fuel consumption from a truck with a trailer is approximately 0,55 liter per kilometer. A truck with a trailer often load 36 tonnes. A comparison of emissions from the production of 36 tonne aggregate and the transport of 36 tonne, showed that the truck can drive 25 km out from the pit before the emissions from the transport is higher than from the production. Today the production of natural sand is controlled by an environmental goal in Sweden. The production of natural sand can maximum be 12 million tonnes per year. This is a goal that Sweden does not make. However, the material replacing natural sand is crushed rock. The production of crushed rock takes place in few, big pits far away from the consumers, while the natural sand production takes place in many, small pits close to the consumers. As a result the transports of aggregate are increasing, which makes the emissions to air greater.

**Key words:** geography, physical geography, aggregates, aggregate production and emissions.





# Sammanfattning

## *Utsläpp till luft från ballastproduktionen år 2008*

Av Erika Filppa

År 2008 fanns det, i Sverige, 2 124 tillståndspliktiga tåkter primärt avsatta för ballastproduktion. Av dessa tåkter var 38 % naturgrus- och 28 % bergtåkter. Samma år levererades 101,2 miljoner ton ballast till marknaden, varav ungefär 88,2 miljoner ton var primärballast. Av dessa 101,2 miljoner ton var 66,8 miljoner ton krossberg från bergtåkter och 18,8 miljoner ton naturgrus från naturgruståkter. Till produktionen i tåkter hör krossning, lastning och transporter. Maskinparken i tåkter varierar, men standarduppsättningen av maskiner är en hjullastare, en grävmaskin, en för- och en efterkross. Dessa maskiner har samma typ av motor som lastbilar har, och emissionerna baseras därför på Scantias Euro 3-motor. Bränsleförbrukningen vid ballastproduktion är 0,8 liter per ton. Vid bergtåkter går det åt ytterligare 0,1 liter per ton, då bergtåkter kräver losshållning. Losshållningen består av borrhning och sprängning, vilket resulterar i extra emissioner. Emissioner som uppstod vid ballastproduktionen år 2008 var: 200 000 ton koldioxid, 1 300 ton kväveoxider, 100 ton kolväten, 20 ton partiklar, 300 ton kolmonoxid och 60 kg svaveloxider. Dessa utsläpp motsvarar 0,085-5,6 % av utsläppen från Sveriges personbilstrafik samma år. När produktionen i tåkter är färdig, transporteras ballasten vanligen ut med lastbilar. Emissionerna från transporten bygger också på Scantias Euro 3-motor. Bränsleförbrukningen för en lastbil med släp är ca. 5,5 liter per mil och en lastbil med tre axlar och släp lastar ungefär 36 ton ballast. Vid en jämförelse mellan produktionens- och transportens emissioner visade det sig att lastbilen kan köra 2,5 mil ut från tåkten, innan lastbilens utsläpp är lika stora som produktionens. Idag kontrolleras naturgrusuttaget i Sverige med ett miljömål. Naturgrusuttaget får maximalt vara 12 miljoner ton varje år, och är ett miljömål som Sverige inte klarar. Men utvecklingen är på rätt väg, då uttaget av naturgrus har gått från 60,8 miljoner ton år 1985, till 18,8 miljoner ton år 2008. Materialet som idag ersätter naturgrus är krossberg. Men uttaget av krossberg sker i få, stora bergtåkter långt ifrån konsumenterna, medan naturgrusuttaget sker i många, små naturgruståkter nära konsumenterna. En följd av detta blir ökade transporterna med lastbil, vilket ger förhöjda emissioner.

**Nyckelord:** geografi, naturgeografi, ballast, ballastproduktion och emissioner.



# Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1. Bakgrund.....	1
1.2. Mål.....	2
Delmål.....	2
1.3. Avgränsningar och fokus.....	3
1.4. Målgrupp.....	4
2. Metod.....	5
3. Resultat.....	7
3.1. Ballast från täktverksamhet.....	7
Tillståndsplikt.....	8
Tillståndsansökan.....	9
Krav vid drift och avslut.....	9
3.2. Täkter i Sverige.....	10
3.3. Produktionsutvecklingen av ballast.....	11
Hushållning med naturgrus.....	13
Ballastproduktionen år 2008.....	14
3.4. Utsläpp till luft.....	16
Koloxider.....	17
Kväveoxider (NOX) samt bildning av ozon (O3).....	18
Kolväten.....	19
Partiklar (PM) och aerosolbildning.....	20
Svaveloxider (SOX) .....	21
Emissioner från ballastproduktionen i Sverige.....	21
Emissioner från personbilar i Sverige.....	25
Emissioner från ballasttransport.....	26
3.5. Att minska utsläppen från tunga dieselfordon.....	26
3.6. Efterbehandling av täkter.....	29
4. Diskussion.....	31
4.1. Slutsats.....	34
Uppslag till nya studier.....	35
5. Referenslista.....	37
5.1. Litteratur.....	37
5.2. Elektroniska källor.....	39
5.3. Muntliga källor.....	43
5.4. Personliga kontakter.....	43



# 1. Inledning

Uppsatsen handlar om utsläpp till luft som den svenska ballastproduktionen hade år 2008. Ballast är ett samlingsnamn för stenmaterial, så som sand, grus och sten, och används bland annat som fyllnadsmassa för vägar och järnvägar samt i betongproduktion (*Nationalencyklopedin (a)*).

## 1.1. Bakgrund

Det pågår idag en debatt huruvida människans utsläpp av växthusgaser påverkar klimatet eller inte. Debatten handlar främst om emission av koldioxid, då koldioxid är den främsta växthusgasen på grund av att den förekommer i högst koncentration i atmosfären (näst efter vattenånga) (*Houghton, 2004*). Koldioxidkoncentrationen i atmosfären förändras med tiden och är bland annat korrelerad med solstrålningsintensiteten och temperaturen. Men förändringar som sker i atmosfärens CO<sub>2</sub>-koncentrationen kan inte enbart förklaras av variationer i solstrålningsintensiteten och temperaturen. Det förekommer även biogeokemiska återkopplingssystem som förstärker förändringar i den globala kolbudgeten (*Chapin III et al., 2002*). Återkopplingssystem är när resultat från händelser får en medverkande- eller en motverkande reaktion på systemet (*Nationalencyklopedin (b)*). Men ökningen i CO<sub>2</sub>-koncentrationen, som har ägt rum sedan den industriella revolutionen, är så pass kraftig att den inte enbart kan förklaras med återkopplingssystem. Koldioxidkoncentrationen har varit stabil de senaste 12 000 åren och har legat mellan 260 och 280 ppm (miljondelar) (*Chapin III et al., 2002*). Men sedan den industriella revolutionen har koldioxidkoncentrationen ökat och år 2008 uppmättes koncentrationen till 385 ppm. Det är den högsta koncentrationen på 800 000 år (*Allison et al., 2009*). År 2004 släpptes uppskattningsvis 49 miljarder ton koldioxidekvivalenter ut i världen (*Naturvårdsverket (a)*).

År 2008 släppte Sverige ut 64 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Det är en minskning med ca. 12 % sedan år 1990. Av dessa emissioner var 50 miljoner ton koldioxid (*Naturvårdsverket (b)*). Det svenska delmålet *Utsläpp av växthusgaser (2008-2012)* till miljömålet *Begränsad klimatpåverkan* är skapat för att kontrollera utsläppen av växthusgaser i Sverige. Emissionerna av växthusgaser ska, under denna period, minska med 4 % jämfört med år 1999. Det delmålet har Sverige uppnått, men utsläppen från transporter och arbetsmaskiner har dock ökat (*Miljömål (a)*). Utsläppen från inrikes transportsektorn har ökat med ca. 9 %

mellan åren 1999 och 2008. Den ökningen står främst vägtrafiken för, vilket bland annat beror på att de tunga transporterna i Sverige har ökat (*Naturvårdsverket (c)*).

## **1.2. Mål**

Målet med studien är att undersöka vilka utsläpp till luft som ballastproduktion hade år 2008, samt vilken storlek emissionerna var av. Syftet är att visa vilka krav som ställs på verksamhetsutövare inom branschen och vad verksamhetsutövaren kan göra för att minska emissioner från sin produktion och minska betydelsen av utsläppen genom val av efterbehandlingsmetod. Målet är även att kontrollera om uttaget från bergtäkter har ökat, och om det resulterar i förhöjda emissioner. Slutligen är syftet att undersöka om ballasttransporter har högre utsläpp än vad produktionen har. Om det är fallet kan ytterligare en nytta med täkter upptäckas (fyller redan en nytta, då ballast används vid bland annat vägbyggen).

## **Delmål**

För att uppnå målet med studien delas undersökningen in i sju delmål.

**Första delmålet** är att undersöka och förklara hur ballastproduktionen går till. Om verksamhetsutövaren behöver ha kunskap om utsläppskällor och om dessa ska beskrivas i tillståndsansökningar ska besvaras.

**Andra delmålet** är att undersöka hur täktverksamheten ser ut i Sverige, hur många tillståndspliktiga täkter det finns och av vilken typ de är.

**Tredje delmålet** med studien är att undersöka hur ballastproduktionen såg ut 2008. Men även hur produktionsutvecklingen har sett ut, samt vad som har orsakat utvecklingen. Det ska undersökas om uttaget från bergtäkter har ökat och om det ger förhöjda emissioner.

Det **fjärde delmålet** är att se vilka emissioner som uppstår vid användning av tunga dieseldrivna maskiner. Men även att beräkna hur stora emissionerna från ballastproduktionen var år 2008. Utsläppen från ballastproduktionen ska

jämföras med utsläppen från Sveriges personbilstrafik år 2008. Det ger svar på vilken storlek emissionerna från ballastproduktionen har.

**Femte delmålet** ska ge svar på vilka emissioner ballasttransport med lastbil har. Delmålet ska besvara hur många mil en lastbil får köra innan utsläppen från transporten är högre än vad de är vid produktionen. Detta kan visa en nytta med täkter.

Det **sjätte delmålet** är att beskriva hur emissioner från tunga dieselfordon kan minskas, genom tekniska förbättringar av motorer, förbättrat bränsle och sparsam körning.

Slutligen, det **sjunde delmålet** ska ge svar på om det idag förekommer några efterbehandlingsmetoder där det efterbehandlade området kommer att fungera som en kolsänka. Detta skulle ge emissionerna från produktionen en lägre betydelse.

### **1.3. Avgränsningar och fokus**

Studiens fokus ligger i att uppskatta emissioner från ballastproduktionen från tillståndspliktiga täkter, det vill säga emissioner från primärballast (87 % av ballasten år 2008, (Norlin, 2009)). Emissionerna bygger på emissionsfaktorer för en Euro 3-motor från Scania. I beräkningen antas samtliga maskiner vid produktionen och lastbilar vid transporten av ballast ha samma typ av motor.

Utformningen av produktionen varierar. Det förekommer stora, stationära krossanläggningar men även mindre, mobila krossar (Kontturi, 2008). Bränsleförbrukningen vid produktion av morän, naturgrus och krossberg ligger, enligt Patrik Snell, på 0,8 liter per ton. Denna bränsleförbrukning anses ha hög tillförlitlighet, då Patrik Snell har varit verksam i ballastbranschen i många år och äger idag sju stenkrossar. Patrik Snell menar att produktionen per timme varierar mycket, men bränsleförbrukningen 0,8 l/ton tar hänsyn till det. I bergtäkter krävs losshållning av berg, vilket genererar ytterligare 0,1 liter per ton. Utsläppen vid losshållning bygger på mängden sprängmedel och bränsleförbrukningen för borrhållning. Uppgifterna för losshållning baseras på

nio tidigare utförda sprängningar (*Roger Johansson, 2005-2009*), där ett medelvärde på mängden sprängmedel som krävs för att producera ett ton grus, har beräknats.

I vissa fall används sorteringsverk vid produktion av ballast, men data på hur många ton som har gått igenom sorteringsverk år 2008, har inte hittats. Därför är inte användningen av sorteringsverk medtagen i beräkningen.

Det förekommer ett bortfall i statistiken av producerad ballast, ungefär 424 000 ton ballast har fallit bort (*Norlin, 2009*). Denna del anses inte vara betydelsefull vid emissionsberäkningarna, då den endast är ~0,4 % av den totala mängden ballast.

Slutligen har en avgränsning gällande transporter av ballast gjorts. Transporten antas ske med lastbil. Vid emissionsberäkningen för transportererna har bränsleförbrukningen uppskattats till 5,5 l/mil och lastkapaciteten till 36 ton, och kommer från Benjamin Snell.

#### **1.4. Målgrupp**

Uppsatsen riktar sig till dem som är intresserade att veta mer om emissioner som uppstår vid ballastproduktion eller till dem som vill veta hur stora emissionerna från denna verksamhet var år 2008. Den riktar den sig till dem som är kunniga om ballastproduktion, men har en begränsad kunskap om emissioner från produktionen. Ytterligare riktar den sig till dem som inte har någon kunskap om hur produktionen av ballast ser ut och är intresserade av att veta. Slutligen riktar sig uppsatsen till dem som bedriver verksamheter där tunga dieselfordon används, och vill minska sina utsläpp.



## 2. Metod

Metoder som har använts för att uppnå målet med uppsatsen är: litteraturstudie, konsultation med sakkunniga personer och beräkningar. Valet av metod ansågs vara de lämpligaste då tid har varit en knapp resurs och pengar en obefintlig resurs. Idag förekommer sparsam fakta om emissioner från ballastproduktionen. Möjligheten att beräkna utsläppen finns, men det är inte gjort i någon stor skala. Därför lämpar sig en variant av explorativ- och explanativ studie för arbetet. En explorativ studie tillämpas när det förekommer lite kunskap i ämnet och syftet är att undersöka ämnet. En explanativ studie används för att skapa en djupare kunskap om ämnet samt att förklara och beskriva ämne. Arbetet bygger på en deduktiv abstraktionsnivå, vilket innebär att ett arbete börjar med inläsning av teori för att sedan kunna dra slutsatser (*Björklund och Paulsson, 2003*). Teori lästes och slutsatsen; att det inte förekommer några studier om vilka utsläpp till luft ballastproduktionen har, drogs. På så vis skapades målet med denna uppsats. Studien är både en kvantitativ- och kvalitativ studie, eftersom emissionsberäkningar förekommer och statistiska data bearbetas, samtidigt som en djupare förståelse har uppnåtts i ämnet. En kvantitativ studie omfattar information som kan värderas eller mätas numeriskt. En kvalitativ studie används för att skapa en djupare förståelse av ett ämne (*Björklund och Paulsson, 2003*).

Studien bygger alltså på en litteraturstudie, vilket är en snabb och billig metod för att finna fakta. Fakta som ges vid en litteraturstudie är sekundärdata, vilket innebär att den är framtagen i ett annat syfte, än vad denna studie har. Litteraturstudien kompletterades av konsultation med expertis. Konsultation med expertis ger primärdata, som är framtagen just för den här studien och ger en djupare kunskap i ämnet (*Björklund och Paulsson, 2003*). Slutligen utfördes beräkningar av emissioner från krossverksamhet och ballasttransport med lastbil.

Litteraturstudien omfattades av sökmotorn Google.com, tryckt litteratur, IVL-rapporter (rapporter från Svenska Miljöinstitutet), SGU-rapport (rapport från Sveriges Geologiska Undersökning), aktuella delar av Miljöbalken och tillhörande förordningar. Organisationerna MinBaS (Mineral, Ballast, Sten) och NTM (Nätverket för Transporter och Miljön) har bistått med hjälp i sökandet av data. Data som litteraturstudien resulterade i beskriver ballastproduktionen som

sådan, ansökningstillstånd för täkt, ballastproduktionen för år 2008, vilka emissioner som förekommer från tunga fordon samt dess påverkan på klimatet och människors hälsa, efterbehandlingsmetoder som är bra i en klimatsynpunkt, emissioner från vägtrafiken i Sverige år 2008, emissionsfaktorer för tung dieselmotor och, slutligen, förslag på hur utsläpp från tunga fordon kan minskas.

Konsultationen med expertis resulterade i data om vilken maskinpark som är vanligast vid ballastproduktion, produktionens bränsleförbrukning, bränsleförbrukningen samt maxlast för lastbilar (som transporterar ballast) och slutligen data om losshållning av berg.

Emissionsberäkningarna för ballastproduktionen bygger på antagandet att stenkrossar, hjullastare och lastbilar har samma typ av motor (*Scania*). Emissionsfaktorer är därför hämtade från NTM (och får inte användas för kommersiella syften) och bränsleförbrukningen kommer från expertis. Emissionsfaktorerna bygger på en Scaniamotor, men likvärdiga emissionsfaktorer har hittats för en Volvomotor (se *Volvo*). Detta ger emissionsfaktorerna högre reliabilitet (se nedan).

Validitet och reliabilitet är mått på studiens trovärdighet. Validitet är ett mått på om det som man avser att mäta verkligen mäts. Reliabilitet är ett mått på om samma resultat ges vid upprepade undersökningar (*Björklund och Paulsson, 2003*). Litteraturstudien får en hög validitet och reliabilitet eftersom en noggrann studie har genomförts. Källorna och deras syfte har granskats kritiskt. Konsultationen med sakkunniga personer har en hög validitet, då de anses ha hög kunskap i ämnet. Men består expertisen av företagsinterna källor, som är fallet i denna studie, bör hänsyn tas till att personliga intressen kan förekomma.

## 3. Resultat

### 3.1. Ballast från täktverksamhet

Ballast är ett samlingsnamn för stenmaterial, så som sand, grus och sten, och används bland annat som fyllnadsmassa för vägar och järnvägar samt i betongproduktion (*Nationalencyklopedin (a)*). Den största delen producerad ballast i Sverige kommer från täktverksamheter. Hela 87 % kom år 2008 från täktverksamheter (ca. 88 miljoner ton) (*Norlin, 2009*). En verksamhet som bryter material, vars primära syfte är att använda materialet, benämns täkt. Det kan röra sig om material som berg, naturgrus, morän, torv etc. Uttag av material för att bereda plats åt en annan verksamhet benämns inte täkt (*Naturvårdsverket (d)*). Den här uppsatsen behandlar yrkesmässiga täkter som producerar ballast.

Täkter kan ha en negativ påverkan på miljön. Det kan röra sig om påverkan på hydrologi, naturmiljö och vattenkvalitet. Påverkan kommer sig av att det vid täktverksamhet förekommer damning, buller samt vibrationer, som uppstår vid losshållning, krossning, lastning och transporter in och ut från täkten (*Naturvårdsverket (d)*).

Patrik Snell hävdar att standarduppsättningen av maskiner, som används i täkter, är: en hjullastare (30 ton), en grävmaskin (50 ton), en för- och en efterkross. Benjamin Snell menar att den första åtgärden i en täkt är att avbana området, där täkten planeras. Avbaning innebär att jord och vegetation tas bort. I bergtäkter är nästa steg losshållning, det vill säga borrhning och sprängning, för att fraktionera berget. Större block som skapas vid losshållningen sönderdelas av skutknackning med grävmaskin. Nästa steg är att fraktionerna går igenom för- och efterkrossen (vid naturgrus- och moräntäkter görs detta steg direkt efter avbaningen). Vid stora täkter förekommer oftast stationära krossanläggningar, som har en hög kapacitet. Men där blir transporterna inom täkten ofta långa. Vid mindre täkter är det vanligt att det förekommer mobila krossar, vilka kan anpassas till rådande planförhållande. Olika fraktioner kan uppnås vid krossningen, eftersom krossarna kan utrustas med siktdukar. Vid vissa fall används sorteringsverk för att uppnå ytterligare fraktioner. När önskade storlekar av ballasten är uppnådda förvaras det i högar. Slutligen transporterar lastbilar ut ballasten från täkten.

## Tillståndsplikt

För att få bedriva en yrkesmässig täktverksamhet i Sverige krävs tillstånd enligt 9 kap. MB (Miljöbalken 1998:808). De yrkesmässiga täkter som kräver tillstånd uppräknas i bilagan till fo (förordning) 1998:899, där de olika verksamheterna har olika klassificeringar. Regeringen ger tillstånd till verksamheter som klassas A. A-klassad verksamhet är den som antas ha den mest betydande miljöpåverkan. Det är däremot länsstyrelsen som ger tillstånd då verksamheten klassas B. Klassas istället verksamheten C, krävs inget tillstånd, utan bara en anmälningsplikt till den lokala kommunen (*Notisum (a och b)*).

I bilagan till fo 1998:899 anges att följande täktverksamheter kräver tillstånd/anmälningsplikt (endast täkter som producerar ballast är uppräknade).

- B (10.11) då en bergtäkt är större än 25 ha, om inte endast uppläggning och bortforsling förekommer. Tillståndsplikt gäller för täkten.
- B (10.20) då täkten är till för annat än markinnehavarens husbehov av berg eller naturgrus. Täkten är tillståndspliktig.
- C (10.30) om markinnehavaren bedriven en täkt av naturgrus som bara täcker husbehovet, som överskrider 10 000 ton totalt. Anmälningsplikt gäller för täkten.
- C (10.40) vid husbehovsanvändning av mer än 10 000 ton berg totalt. Täkten är anmälningspliktig.
- C (10.50) vid sortering eller krossning av berg, naturgrus eller andra jordarter då verksamheten bedrivs i ett område med detaljplan. Eller då verksamheten bedrivs utanför ett område med detaljplan i mer än 30 dagar under ett år. Täkten är anmälningspliktig (*Notisum (b)*).

De täkter som stod för 87 % av mängden ballast år 2008 klassades alla B.

En täktverksamhet kräver, som sagt, tillstånd enligt 9 kap. MB. Dessutom kan en täkt komma att behöva tillstånd enligt 11 kap. MB, då bortledning av grundvatten sker för att komma åt fyndigheter. En täkt kan även kräva tillstånd enligt 7 kap. MB. Det gäller då ett naturskyddat område påverkas, som till exempel Natura 2000-område (*Naturoårdsverket (d)*).

## Tillståndsansökan

Då tillståndsansökningar, för B-klassad verksamhet, görs hos länsstyrelsen måste samtliga dokument finnas tillgängliga för allmänheten. Dessutom ska Naturvårdsverket och den lokala kommunen meddelas. En kungörelse ska meddela tid och plats för samråd mellan verksamhetsutövaren och länsstyrelsen. I enlighet med 22 kap. MB ska en ansökan om yrkesmässig verksamhet vara skriftlig, och innehålla: **utsläppskällor**, ritningar av området, en **MKB** (miljökonsekvensbeskrivning) när det krävs, skyddsåtgärder för att uppfylla **hänsynsreglerna i 2 kap. MB**, förslag till kontroll av verksamheten och slutligen en icke-teknisk sammanfattning av informationen. Ansökan ska dessutom beskriva behovet med tåkten och innehålla en tåktplan (*Notisum (a, b och c)*).

Enligt 6 kap. MB ska en MKB ingå i tillståndsansökningar om miljöfarliga verksamheter. Därför kräver tillståndsansökningar för tåkten en MKB. Vidare framgår det att en MKB ska upprättas för att **identifiera samt beskriva direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten kan komma att ha på människors hälsa och miljön samt åtgärder för att förhindra skadliga effekter**. En MKB ska innehålla beskrivning av verksamheten och dess lokalisering, omfattning samt utformning. En beskrivning av hur verksamheten ska hushålla med naturresurser ska finnas med. Verksamhetsutövaren ska beskriva alternativa lokaliseringar av verksamheten plus det så kallade nollalternativet. Nollalternativet beskriver vad som sker i området om inte verksamheten får starta. Slutligen ska MKB:n innehålla en icke-teknisk sammanfattning av informationen ovan (*Notisum (a)*).

Idag är det svårt och tidskrävande att få igenom tillstånd att öppna nya fyndigheter. Svårigheten ligger i att de olika tillsynsmyndigheterna har olika riktlinjer som de följer vid bedömningen. Prövningsprocessen för tillstånd tar mellan ett till fem år (*Kontturi, 2008*).

## Krav vid drift och avslut

Enligt 26 kap. 20 § MB ska en miljöfarlig verksamhet årligen utföra en miljörapport. Rapporten ska innehålla vilka åtgärder som har vidtagits för att uppfylla villkoren i tillståndsbeslutet. En verksamhetsutövare ska dessutom

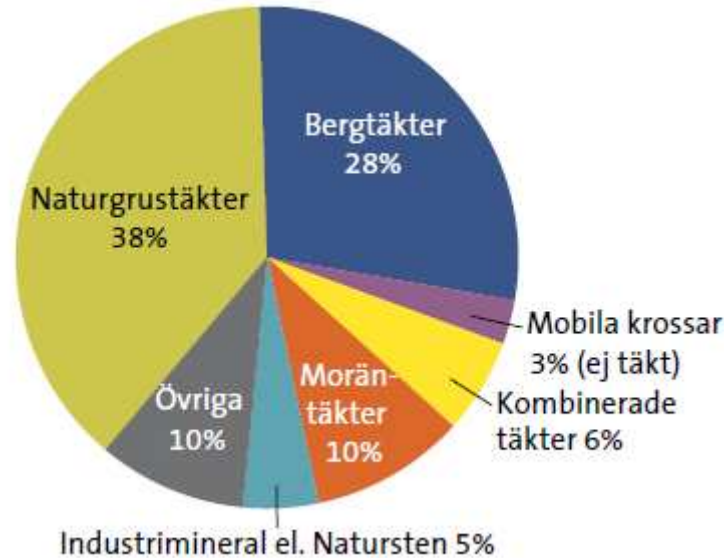
varje år lämna uppgifter om produktionen (*Notisum (a och c)*). Emissionerna i uppsatsen baseras på dessa produktionsuppgifter.

Samtliga verksamhetsutövare som bedriver en verksamhet som har tillstånds- eller anmälningsplikt enligt 9 kap. MB ska bedriva egenkontroll. Detta innebär att verksamhetsutövaren fortlöpande ska **bedöma risker verksamheten kan ha på miljön eller människors hälsa**, och dokumentera detta (*Notisum (d)*). 2 kap. MB säger att alla som bedriver verksamhet ska skaffa sig den **kunskap som krävs samt vidta de åtgärder som behövs för att verksamheten inte ska skada miljön eller människors hälsa**. Verksamhetsutövaren ska dessutom välja en plats för sin verksamhet där ändamålet kan uppnås med minsta möjliga påverkan på miljön och människors hälsa (*Notisum (a)*).

När en verksamhetsutövare avslutar en täkt ska området efterbehandlas på ett från miljö- och hälsosynpunkt godtagbart sätt. När efterbehandlingen är utförd ska tillsynsmyndigheten fatta ett beslut om täkten är avslutad, men då får maximalt en hektar av området vara obehandlad (*Notisum (b)*).

### 3.2. Täkter i Sverige

År 2008 fanns det 2 481 tillståndspliktiga täkter i Sverige. Av dessa täkter var ca. 85 % (2 124 stycken) primärt avsatta för produktion av ballast. De övriga täkterna producerade andra material, till exempel torv. Av samtliga täkter var 28 % berg-, 38 % naturgrus- och 10 % moräntäkter (se figur 1). *Kombinerade täkter*, i figuren, är till exempel en kombinerad berg- och naturgrustäkt. Kategorin *Övrigt* består av täkter som inte producerar ballast, till exempel torvtäkter. Kategorin *Industrimineral el. Natursten* är verksamhet som krossar berg, men där ballastproduktionen är sekundär. *Mobila krossar* producerar ballast utan täkttillstånd, eftersom verksamheten oftast inte bedrivs i någon täkt. Krossning med mobila krossar sker ofta vid vägbyggen. Av de 2 481 täkterna var det endast 1 669 stycken som inrapporterade en produktion år 2008. Av dessa producerade 734 täkter mellan 1 och 10 000 ton ballast och 935 täkter hade en produktion på över 10 000 ton ballast. Antalet täkter som nollproducerade år 2008 sjönk med ca. 7 % från föregående år (*Norlin, 2009*).



Figur 1. Täkter + mobila krossar i Sverige år 2008. Källa: Norlin, 2009.

Antalet små täkter minskar i Sverige. Mellan år 1998 och år 2008 har antalet små täkter minskat med ca. 49 %. Under samma tid har de största täktanläggningarna ökat med drygt 72 %. År 2008 stod 13,9 % av leverantörerna för ca. 79 % av totala mängden ballast. Utveckling kommer sig av att möjligheten att ta ut naturgrus nära konsumenterna idag begränsas (se stycket *Hushållning med naturgrus*). Samtidigt ökar konsumtion av krossberg, med en produktion längre ifrån konsumenterna (Norlin, 2009). En följd av detta är fler tunga transporter (se kapitel *Utsläpp till luft* och stycke *Emissioner från ballasttransport*).

### 3.3. Produktionsutvecklingen av ballast

Först år 1984 började årliga undersökningar av ballastproduktionen att utföras. Innan år 1984 baseras värden av ballastproduktionen endast på enstaka uppgiftslämnare, som inrapporterade tre gånger; åren 1955, 1970 och 1980. Den svenska produktionen av ballast följer bygg- och entreprenadkonjunkturs utveckling och var som högst under 1970-talet (ca. 130 miljoner ton). Men efter 1970-talet sjönk produktionen generellt i hela landet. Under andra halvan av 1990-talet låg produktionen på ca. 80 miljoner ton per år. År 1997 nåddes en botten på ca. 60 miljoner ton. Satsningar på infrastruktur, efter år 1997, har lett till att produktionen har ökat. Satsningarna omfattar främst järn- och motorvägar. År 2008 nåddes, för första gången sedan år 1990, en produktion på

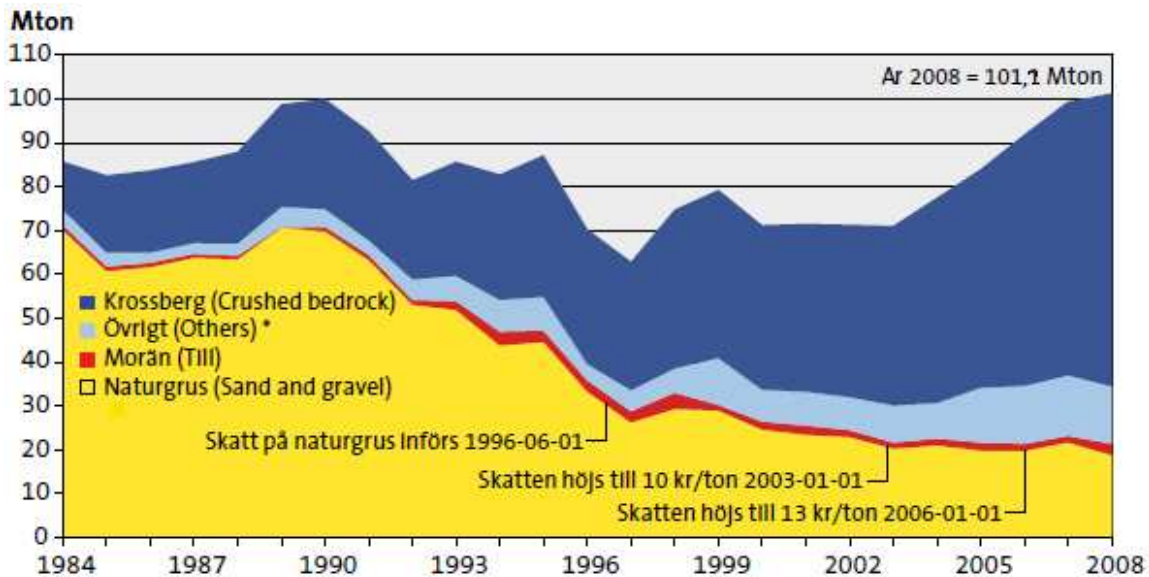
drygt 100 miljoner ton. Den totala mängden producerad ballast år 2008 var 101,2 miljoner ton, vilket är en ökning med 2 % sedan år 2007 (Norlin, 2009).

År 2008 producerade den genomsnittliga producenten 42 881 ton ballast till marknaden. Detta är en ökning med drygt 7 % sedan år 2007 och en ökning med nästan 120 % sedan år 1998 (Norlin, 2009).

Tabell 1. Produktionsutvecklingen av ballast från 1985 till 2008. Källa: Norlin, 2009.

Leveransutveckling av ballast												
År	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Mängd (milj.ton)	82,6	83,7	85,6	88	98,8	100	92,7	81,6	85,7	82,9	87,2	70,4
År	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mängd (milj.ton)	62,9	74,8	79,3	71,2	71,5	71,3	71	77,5	84,1	92	99,4	101,2

Tabell 1 visar produktionsutvecklingen av ballast i Sverige från år 1985 till år 2008. Underlaget till tabellen är taget från en tabell (s. 25) i Norlin, 2009. Notera den lägsta produktionen år 1997 (62,9 miljoner ton) och att produktionen uppnådde 100 miljoner ton åren 1990 och 2008. Produktionsutvecklingen visas även i figur 2.



Figur 2. Ballastproduktionens utveckling.



Figur 2 är en omgjord figur (s. 25) från Norlin, 2009. Figuren visar hur uttaget av naturgrus har minskat och hur uttaget av krossberg istället har ökat sedan år 1985. Naturgrusuttaget har minskat, eftersom det idag kontrolleras av MB (mer om det i stycket *Hushållning med naturgrus*). När uttaget av krossberg ökar, ökar också emissioner till luft (mer om det i kapitlet *Utsläpp till luft* och stycke *Emissioner från ballastproduktionen i Sverige*).

## Hushållning med naturgrus

Miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* har ett delmål, *Uttag av naturgrus*, som säger att år 2010 ska uttaget av naturgrus i Sverige vara maximalt 12 miljoner ton per år. Det är ett delmål som Sverige troligen inte kommer klara (*Miljömål (b)*). Enligt 9 kap. MB får en naturgrustäkt inte tillkomma om det är ekonomiskt rimligt och tekniskt möjligt att använda sig av andra ballastmaterial (*Notisum (a)*).

Orsaken till att hushålla med naturgrus är att de svenska grusåsarna, som inte går att ersätta, måste bevaras (Norlin, 2009). Naturgrus är efterlämningar från istiden (Kontturi, 2008) och bör bevaras för framtida dricksvattenuttag. Det material som idag ersätter förbrukningen av naturgrus är krossberg från bergtäkter. Uttaget av naturgrus minskade under 1990-talet men minskningen har stannat av under 2000-talet (se figur 2). Under 2000-talet har dock ballastproduktionen ökat, vilket har resulterat i en lägre procentuell andel naturgrus idag än under 1990-talet. Under år 2008 minskade husbyggnationen i Sverige, till följd av lågkonjunktur. Detta resulterade i en minskad användning av naturgrus, som används i betongproduktion. Men i en snar framtid förväntas husbyggnationen att öka, vilket troligen kommer att resultera i en ökad naturgrusförbrukning (Norlin, 2009).

År 2008 producerades 18,8 miljoner ton naturgrus, vilket är en minskning med 2,9 miljoner ton jämfört med år 2007. Men minskningen räcker inte till för att uppnå delmålet. Det går dock åt rätt håll, då uttaget av naturgrus var 60 miljoner ton år 1985. Vid användningen av naturgrus år 1998 gick hela 43 % till vägbyggen och endas 24 % år 2008. Användningsområdet vägbyggen är det som har minskat mest mellan åren 2001 och 2008, då ballasten till vägbyggen är lätt att ersätta med krossberg. Naturgrus är betydelsefullt och svårt att ersätta på

kort tid, för vissa användningsområden. Betongproduktionen har svårast att ersätta användningen av naturgrus, eftersom fraktionen 0-2 mm (som används vid betongproduktionen) är svår att ersätta med krossberg. Betongproduktionen och andra branscher, som är svårt att ersätta användningen av naturgrus, använde 60 % av naturgruset år 2008 (Norlin, 2009).

Tabell 2 visar produktionsutvecklingen av naturgrus mellan år 1985 och 2008. Tabellen är en förenklad version av en tabell (s. 25) i Norlin, 2009.

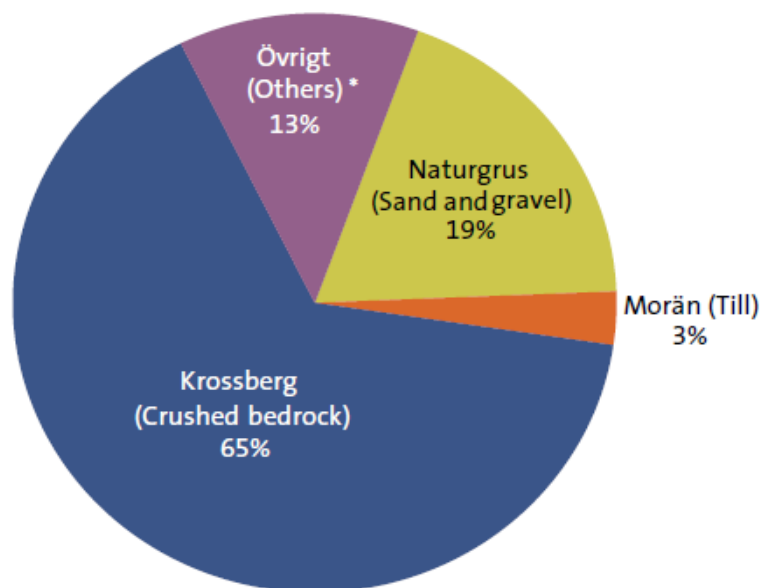
Tabell 2. *Produktionsutvecklingen av naturgrus 1985-2008. Källa: Norlin, 2009.*

Leveransutvecklingen av naturgrus												
År	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Mängd (milj.ton)	60,8	61,7	63,8	63,5	70,7	69,8	63,3	53,1	51,9	43,8	44,6	33,3
År	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mängd (milj.ton)	26,2	29,3	29	24,6	23,4	22,9	20,3	21	19,9	19,9	20	18,8

### **Ballastproduktionen år 2008**

Den årliga svenska ballastproduktionen har ett värde på över 6 miljarder kronor och sysselsätter ungefär 6 000 personer (Kontturi, 2008).

År 2008 bestod produktionen av ballast av 65 % krossberg, 19 % naturgrus, 3 % morän samt 13 % övrigt, (se figur 3). Kategorin *Övrigt* är sekundär ballast och bestod bland annat av krossat berg från mobila krossar samt skrotsten från gruvor, industrimineral och prydnadsstensbrytning (Norlin, 2009).



Figur 3. Ballastleveransen bestod av krossberg, naturgrus, morän samt övrigt. Källa: Norlin, 2009.

Den totala mängden levererad ballast år 2008 var, som sagt, 101,2 miljoner ton. Av denna mängd var 18,8 miljoner ton naturgrus och ca. 2,6 miljoner ton morän. Ungefär 66,8 miljoner ton var krossberg, vilket motsvarar den största mängden hittills (se tabell 3) (Norlin, 2009). Tabellen är förenkling av en tabell (s. 25) från Norlin, 2009.

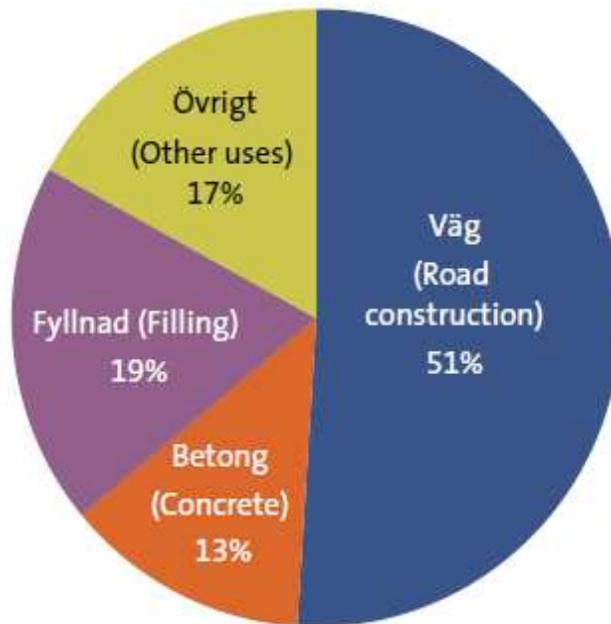
Tabell 3. Ballasten bestod år 2008 av naturgrus, morän, krossberg samt övrigt. Källa: Norlin, 2009.

Materials lag år 2008					
Material	Naturgrus	Morän	Krossberg	Övrigt	Totalt
Mängd (milj.ton)	18,8	2,6	66,8	13,1	101,2

Materialet *Övrigt* är sekundärt ballastmaterialet. Den största delen kommer från mobila krossanläggningar (ca. 7,1 miljoner ton). Endast en liten del av det sekundära materialet är återanvänt material (ca. 0,57 miljoner ton) (Norlin, 2009).

Det förekommer ett bortfall i statistiken, då alla producenter inte anger sin producerade mängd. Detta bortfall uppskattades till 424 000 ton år 2008. Vilket motsvarar 0,4 % av den redovisade kvantiteten (Norlin, 2009). Det framgår inte vilken typ av material som avses i bortfallet, förutom att det kommer från täkter.

Ballast har en viktig funktion i samhället, då den bland annat används som fyllnadsmaterial, vid betongproduktion och vid väg- och järnvägsbyggen (Norlin, 2009). Figur 4 visar fördelning av ballastanvändningen i Sverige år 2008. Majoriteten (51 %) av ballasten gick till vägbyggen.



Figur 4. Användningsområden för ballast år 2008. Källa: Norlin, 2009.

### 3.4. Utsläpp till luft

Atmosfären består av 78 % kväve ( $N_2$ ) och 21 % syre ( $O_2$ ), växthusgaser är endast en liten del av atmosfärens sammansättning (Houghton, 2004). Växthusgaser är ett samlingsnamn för de gaser som förekommer i atmosfären och bidrar till växthuseffekten. Gaser som räknas som växthusgaser är bland annat koldioxid ( $CO_2$ ) och metan ( $CH_4$ ) (Stripple, 2002). Den viktigaste växthusgasen är dock vattenånga. Växthusgaser absorberar infraröd strålning, vilket leder till en uppvärmning av atmosfären. En koncentrationsökning av dessa gaser i atmosfären leder till att mer infraröd strålning kan absorberas (Houghton, 2004). Denna absorption sker i troposfären, som är de 20 km av atmosfären som ligger närmast markytan. På ca. 20 km höjd ligger tropopausen, som är en gräns mellan troposfären och stratosfären (Jackson och Jackson, 2000).

Utsläpp från tunga dieselfordon, som används vid ballastproduktionen, består av:  $CO_2$ , CO (kolmonoxid),  $NO_x$  (kväveoxider), HC (kolväten, där metan ingår),

PM (partiklar) och SO<sub>x</sub> (svaveloxider) (Kindbom och Persson, 1999). Många HC räknas som växthusgaser. Övriga emissioner (kolmonoxid, kväveoxider, svaveloxider och partiklar) har en sekundär påverkan på klimatet. Många av gaserna är dessutom skadliga för människans hälsa.

## Koloxider

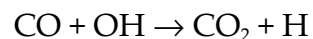
Det förekommer främst två koloxider; koldioxid och kolmonoxid (Jackson och Jackson, 2000).

### *Koldioxid (CO<sub>2</sub>)*

Koldioxid är den främsta växthusgasen, då den förekommer i högst koncentration i atmosfären (näst efter vattenånga). Någon livslängd för koldioxid brukar inte anges, då den ingår i det naturliga kretsloppet av kol. CO<sub>2</sub> kan dessutom inte brytas ned i atmosfären med kemiska processer (Houghton, 2004). Kvantiteten av koldioxid är vad som ger den störst betydelse till uppvärmningen av atmosfären (Stripple, 2002). År 2008 släppte Sverige ut 64 miljoner ton växthusgaser (räknat som koldioxidekvivalenter), vilket är en minskning med 2,2 miljoner ton jämfört med år 2007 (Naturvårdsverket (b)). Samma år var Sveriges CO<sub>2</sub>-utsläpp 50,4 miljoner ton (Naturvårdsverket, 2008).

### *Kolmonoxid (CO)*

Kolmonoxid har inte några egenskaper som växthusgas själv, men den bidrar till att bilda bland annat koldioxid vid reaktion med hydroxylradikaler (OH), se reaktion nedan (Bernes, 2003).



Koncentrationen av CO i atmosfären var 0,1 ppm år 2000, men över urbana områden låg koncentrationen mellan 2 och 20 ppm. Höga koncentrationer av CO kan orsaka hälsoproblem (Jackson och Jackson, 2000). Kolmonoxid bidrar ytterligare till bildningen av kvävedioxid, som i sin tur bidrar till ozonbildning (Bernes, 2003). Utsläppen av kolmonoxid var 939 000 ton år 1990 och 521 000 ton år 2008, i Sverige (Naturvårdsverket, 2008).

## Kväveoxider (NO<sub>x</sub>) samt bildning av ozon (O<sub>3</sub>)

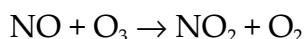
NO<sub>x</sub> är en samlingsbeteckning för kvävemonoxid (NO) och kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) som bildas vid all förbränning av fossila bränslen. NO<sub>x</sub>-emissioner i Sverige kommer främst från person- och lastbilar, men utsläppen har minskat sedan 1980-talet till följd av skärpta avgaskrav. Men trafiken ökar, vilket gör minskningen av emissionerna liten. Idag är fortfarande halterna av NO<sub>x</sub> högre än miljö kvalitetsnormen vid vissa hårt trafikerade vägar (*Naturvårdsverket (e)*).

Kväveoxider är reaktiva, och har därför en kort livslängd i atmosfären. Deras förmåga att reagera innebär det att de har svårt att ta sig över tropopausen. NO<sub>x</sub> som förekommer i stratosfären härrör främst från flygtrafik och bidrar där till nedbrytningen av ozon. Ozon förekommer i stratosfären och troposfären. Högst koncentration är det i stratosfären, där ozon absorberar farlig UV-strålning. Ozon på hög altitud har alltså en viktig uppgift, men ozon på lägre altitud räknas som en hälso- samt miljöfarlig förorening (*Jackson och Jackson, 2000*). O<sub>3</sub> är en växthusgas som absorberar både inkommande och utgående strålning (*Lager, 2004*). Ozon skiljer sig från andra växthusgaser, eftersom den inte släpps ut av vare sig antropogena eller naturliga källor. Bildningen av ozon sker genom att O· (syreatom) slås samman med O<sub>2</sub> (syre). Dessutom kan ozon bildas vid reaktioner med andra gaser, till exempel kväveoxider, vilket sker när UV-strålning klyver NO<sub>2</sub> och bildar NO och fria syreatomer. Dessa syreatomer bidrar till ozonbildningen, se reaktionen nedan (*Bernes, 2003*).



Varje reaktion där UV-strålning (solljus) är med, innebär att reaktionen kräver energi för att kunna ske. M är ytterligare ett ämne som behövs för att reaktionen ska kunna ske. Vad M är varierar.

Kväveoxider bidrar även till nedbrytningen av ozon, vilket sker då NO oxideras till kvävedioxid och ozon förbrukas, se reaktion nedan (*Lager, 2004*).



NO är den största delen av  $\text{NO}_x$  och oxideras lätt till kvävedioxid. Men det innebär inte att mycket ozon förbrukas (genom reaktionen ovan), utan NO kan även oxideras till  $\text{NO}_2$  utan att ozon förbrukas. Det sker när antingen kolmonoxid, kolväten eller metan är inblandade (Bernes, 2003).

På grund av att NO kan bryta ned  $\text{O}_3$  är halterna av  $\text{O}_3$  oftast lägre vid trafikbelastade vägar, eftersom det där förekommer höga halter av NO. År 1998 infördes avgaskrav på arbetsmaskiner i EU, vilket har bidragit till mindre utsläpp av  $\text{NO}_x$  (Lager, 2004). Halterna av  $\text{O}_3$  har varit högre än vad miljö kvalitetsnormerna angav i början av 2000-talet ( $>180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Sjödin et al., 2004), och är ett problem idag. År 2008 var  $\text{NO}_x$ -utsläppen 156 000 ton, vilket motsvarar en minskning med 49 % sedan år 1990 (Naturvårdsverket, 2008). Delmålet *Kvävedioxid 2010* till miljömålet *Frisk luft* är ett delmål skapat för att kontrollera utsläppen av kvävedioxid och uppnås inte i Sverige idag (Miljömål (c)). Delmålet *Marknära ozon 2010* till målet *Frisk luft*, har skapats för att kontrollera halterna av ozon i troposfären. Detta delmål uppnås inte heller idag (Miljömål (d)). Det innebär att halterna av kvävedioxid och ozon fortfarande förekommer i skadliga nivåer i troposfären.

## **Kolväten (HC)**

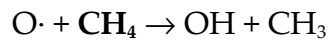
Kolväten består av kol- och väteatomer och den enklaste HC som förekommer är metan. Metan, liksom många andra kolväten är växthusgaser. Dessutom oxideras kolväten i atmosfären och skapar sekundära föroreningar (Jackson och Jackson, 2000), som i sin tur påverkar klimatet och människors hälsa.

Ozon bildas även vid reaktion med kolväten. När kolväten oxideras kan organiska peroxyradikaler bildas, dessa kan reagera med NO och återskapa  $\text{NO}_2$ . På så vis kan ytterligare  $\text{O}_3$  bildas (Lager, 2004).

## **Metan ( $\text{CH}_4$ )**

$\text{CH}_4$  är en 21 gånger starkare växthusgas än  $\text{CO}_2$ , på en 100-års period (Stripple, 2002) och har en livslängd på ungefär 12 år i atmosfären. Livslängden kommer sig av att metan bryts ned av hydroxylradikaler (Houghton, 2004). OH bildas med hjälp av ozon, metan och vatten (se reaktionen nedan) (Jackson och Jackson, 2000)

och är den största sänkan av metan, kvävedioxid, kolmonoxid och kolväten i atmosfären (Bernes, 2003). Metansänkan som OH skapar har varit högre. Men eftersom koncentrationen av CO har ökat, konsumerar 70 % av OH kolmonoxid istället för metan (Jackson och Jackson, 2000).



Metan genomgår ett antal reaktioner i atmosfären och blir till sist koldioxid (Bernes, 2003).

År 2008 var utsläppen av CH<sub>4</sub> ca. 242 000 ton, vilket motsvarar 5,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter eller 8 % av de totala utsläppen av växthusgaser i Sverige. CH<sub>4</sub>-emissionen har minskat med 24 % sedan år 1990 (Naturvårdsverket, 2008).

### ***Flyktiga organiska ämnen, exklusive metan (NMVOC)***

NMVOC är en samlad benämning av ett stort antal organiska gaser. Dessa gaser frigörs bland annat vid ofullständig förbränning. Under sommarhalvåret bidrar dessa ämnen, tillsammans med NO<sub>x</sub> och solljus, till bildningen av ozon (Naturvårdsverket (f)). Delmålet *Flyktiga organiska ämnen (2010)* till miljömålet *Frisk luft* säger att utsläppen av NMVOC ska sjunka till 241 000 ton. Det delmålet är redan uppnått (*Miljömål (e)*). Utsläppen var 174 000 ton år 2008 (*Miljömål (f)*) och har minskat med 51 % sedan år 1990 (Naturvårdsverket, 2008).

### **Partiklar (PM) och aerosolbildning**

Partiklarna består till största del av sulfater, nitrater, organiska ämnen samt sot (Naturvårdsverket (g)) och bidrar till bildningen av aerosoler (Houghton, 2004). Aerosol är en suspension av fasta- eller flytande partiklar som förekommer i luften och har en primär effekt på klimatet, då de reflekterar solljus. Men aerosoler har också en sekundär påverkan på klimatet, eftersom de bidrar till molnbildning. Dessa moln har mindre partiklar än andra moln, och reflekterar därmed solljus mer effektivt. Aerosol har alltså en primär- och sekundär



nedkylande effekt på klimatet. Men den nedkylande effekten är inte lika stor som den uppvärmande effekt som växthusgaser har. Partiklar är även kopplade till hälsoproblem, då de bidrar till lungsjukdomar. PM<sub>10</sub> har en stark koppling till dödsfall till följd av lung- och hjärtsjukdomar. Dessa partiklar är av en sådan storlek att de lätt tränger djupt in i lungorna (*Jackson och Jackson, 2000*). Delmålet *Partiklar 2010* till miljömålet *Frisk luft*, är till för att kontrollera utsläppen av partiklar, då höga halter är skadligt. Delmålet uppnås inte i Sverige idag (*Miljömål (g)*). Vilket innebär att halterna av partiklar fortfarande är för höga i troposfären.

### **Svaveloxider (SO<sub>x</sub>)**

Idag kommer den största delen av SO<sub>x</sub>-emission från antropogena källor, bland annat från förbränning av fossila bränslen. Svaveloxider är skadligt för hälsan och bidrar dessutom till sur nederbörd. Sur nederbörd uppstår när svaveloxider bildar svavelsyra (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Svaveldioxid har en kort livslängd i atmosfären, då den lätt oxideras till SO<sub>3</sub>. SO<sub>3</sub> bildar svavelsyra om vatten finns tillgängligt, vilket katalyseras av sotpartiklar. Svaveloxider kan också bilda svavelsyra då OH är tillgängligt. Men det förekommer en viss osäkerhet i de reaktionsstegen. SO<sub>x</sub> kan ibland ta sig igenom tropopausen och in i stratosfären. Väl där bidrar den till nedbrytningen av ozon. Svaveloxider bidrar dessutom till bildningen av aerosoler (*Jackson och Jackson, 2000*).

År 2008 släppte Sverige ut 31 000 ton svaveldioxid, vilket är en minskning med 71 % sedan år 1990. Utsläpp från vägtrafik har minskat med hela 98 %, under samma period. Minskningen av svaveldioxid kommer sig av att svavelhalten i bränsle har minskat (*Naturoårdsverket, 2008*). Det finns ytterligare ett delmål till miljömålet *Frisk luft*, nämligen *Svaveldioxid (2005)*, vars syfte var att kontrollera utsläppen av svaveldioxid. Detta delmål har uppnåtts (*Miljömål (h)*).

### **Emissioner från ballastproduktionen i Sverige**

Kindbom och Persson, 1999, gjorde år 1999 en inventering av Sveriges arbetsmaskiner och arbetsredskap samt deras utsläpp till luft. Då fanns det totalt 300 stenkrossar och 150 sorteringsverk i Sverige, och driftiden var 1 200 h för stenkrossar och 400 h för sorteringsverk. Den producerade mängden ballast var

samma år 79,3 miljoner ton (Norlin, 2009). En uppdatering av Kindbom och Perssons arbete gjordes för år 2002, av Flodström et al., 2004. Men den uppdaterade versionen gav samma data som Kindbom och Persson hade angivit fem år tidigare. Ballastproduktionen var 71,3 miljoner ton år 2002 (Norlin, 2009). De bedömde alltså att det fanns lika många stenkrossar år 1999 och år 2002, och att krossar hade samma antal drifttimmar. Men ändå skiljer det 8 miljoner ton producerad ballast mellan dessa år. Emissionerna beräknade av Kindbom och Persson eller Flodström et al. används inte i den här uppsatsen, eftersom de emissionerna troligen innehåller en hög grad av generalisering. Men även därför att ballastproduktionen var betydligt högre år 2008 (101,2 miljoner ton). Emissionerna från ballastproduktionen beräknades istället, med emissionsfaktorer från NTM och aktuella bränsleförbrukningar.

Maskiner som vanligen används vid ballastproduktion är, som sagt: en hjullastare, en grävmaskin, en för- och en efterkross. Benjamin Snell menar att om flera olika fraktioner på gruset vill uppnås, används ett sorteringsverk. Sorteringsverken är antingen dieseldrivna eller eldrivna. Vid eldrivna sorteringsverk är det elverket som i sin tur drivs på diesel. Sorteringsverk har en lägre kapacitet än vad stenkrossar har. Kindbom och Persson, 1999, uppskattar att sorteringsverk användes två tredjedelar av tiden för stenkrossar. Men eftersom data om hur många ton som har gått igenom sorteringsverk år 2008 inte har hittats och då sorteringsverk har en lägre kapacitet än vad stenkrossar har, är det svårt att uppskatta hur många ton grus som har sorterats med sorteringsverk. Därför är inte utsläpp från sorteringsverk med i beräkningen. Tunga fordon drivs nästa uteslutande på diesel (*Transportstyrelsen*). Ca. 90 % av samtliga tunga fordon drivs på miljöklass 1-diesel (Mk1) (NTM). Det som skiljer de olika miljöklasserna åt är bland annat krav på svavelhalt (*Kindbom och Persson, 1999*). I beräkningen antas samtliga maskiner drivas på Mk1-diesel. Tabell 4 visar emissionsfaktorer av koldioxid, kväveoxider, kolväten, partiklar och svaveldioxider för tunga lastbilar, och är hämtade från NTM (*Nätverket för Transporter och Miljön*). Faktorerna bygger på uppgifter om emissioner vid mätningar enligt gällande standard för certifiering. Värdena för kväveoxider, kolväten samt partiklar baserar sig på mätningar av Scania år 1999, där en Euro 3-motor har använts. Euro 3-motorn infördes enligt lag i oktober år 2000. Värdet för koldioxid baseras på Mk1-diesel. Mängden koldioxid som släpps ut per liter bränsle beror på halten kol i bränslet. Vid användning av Mk3-diesel (standard bränsle) är emissionen av koldioxid 2,7 kg per liter, men endast 2,6 kg per liter

vid användning av Mk1-diesel. Utsläppen av svaveloxider baseras också på Mk1-diesel, som har en svavelhalt mellan  $0,0015 \pm 0,0005$  gram per liter (NTM). Motorerna som sitter i bland annat hjullastare och stenkrossar är av samma typ som motorer som sitter i lastbilar (*Scania*). Därför kan emissionsfaktorerna från Scantias Euro 3-motor användas vid emissionsberäkningar för maskinerna som används vid ballastproduktionen och för uttransporten av ballast som sker med lastbil.

Tabell 4. Emissionsfaktorer för tunga fordon, som bygger på förbrukningen av Mk1-diesel. Källa: NTM.

Emissionsfaktorer (g/l) vid användning av Mk1-diesel.					
CO2	NOX	HC	PM	CO	SOX
2600	16	1,3	0,26	2,3	0,00081

Produktionen av ballast varierar, enligt Benjamin Snell, mellan 50 ton/h och 500 ton/h. Variationen beror på bergets egenskaper och vilken fraktion på ballasten som man önskar uppnå. Patrik Snell hävdar att den genomsnittliga bränsleförbrukning i berg-, naturgrus- och moräntäkter är 0,8 l/ton, vilket är ett värde som tar hänsyn till bergets egenskaper och ballastens ändamål. Men det krävs ytterligare diesel (0,1 l/ton) i bergtäkter, eftersom det krävs losshållning av bergmaterial innan krossning kan ske. Losshållningen består av borrhning och sprängning. Utsläpp till luft från borrhningen beräknades genom att multiplicera 0,1 liter med emissionsfaktorerna i tabell 4. Det går ungefär 0,3 kg sprängämne per ton grus (vilket är ett medelvärde och beskrivs nedan). Sprängämne som används kan bestå av emulsionssprängämnet Powergel eller Blendex med 30 % inblandning av ammoniumnitrat (an). Emissionerna består av kolmonoxid och kväveoxider (*Roger Johansson, 2005-2009*). Tabell 5 visar emissionsmängderna från emulsion och an.

Tabell 5. Emission från emulsion och ammoniumnitrat. Källa: Roger Johansson, 2005-2009.

Emissionsfaktorer (g/kg)		
	CO	NOX
Emulsion	3,4	1,9
An	16,8	11,6

Tabell 6. Emissioner av CO och NO<sub>x</sub> vid sprängning som resulterar i ett ton ballast.

Emission från sprängning (g/ton)	
CO	2,23
NOX	1,44

Tabell 6 visar emissioner som uppstår vid sprängning för att kunna krossa ett ton berg. Dessa värden är beräknade efter en uppskattning av hur mycket sprängmedel som behövs för att kunna krossa ett ton ballast. Uppskattningen är gjord utifrån nio olika sprängningar utförda av AB Piteå Bergsprängningar (Roger Johansson, 2005-2009). Det är svårt att uppskatta mängden sprängmedel som har använts för att krossa de 66,8 miljoner ton krossberg år 2008. Detta eftersom, enligt Roger Johansson, mängden sprängmedel varierar med bergets egenskaper. Vissa berg är mer "hårdsprängda" än vad andra är. Till exempel resulterar granit i att 5 m<sup>3</sup> berg frigörs per bormeter, medan sprängningar i kvartsit frigör 12 m<sup>3</sup> berg per bormeter. Hur stor laddning som krävs per ton ballast, beror av bergets densitet. Bergets densitet varierar mellan 2,6-3,1 ton/m<sup>3</sup>. Densitetskillnaden resulterar i en laddningsskillnad på ~10 %. Därför är det mer korrekt att ange kg sprängmedel per m<sup>3</sup> och inte kg sprängmedel per ton. Men det är inte möjligt att använda kg/m<sup>3</sup> i denna beräkning, då ballastleveransen anges i ton, och inte i m<sup>3</sup>. Det är svårt att omvandla 66,8 miljoner ton till en volym, eftersom volymen för ett ton ballast varierar. Volymen varierar då densiteten på berget och kornstorleken på ballasten varierar. Därför har ett medelvärde, för hur många kg sprängmedel det går åt för att krossa ett ton ballast, använts.

Med hjälp av emissionsfaktorerna från NTM och bränsleförbrukningen beräknades emissionerna från ballastproduktionen. Emissionerna från borring och sprängning i bergtäkter adderades till emissionerna för krossberg. Tabell 7 visar emissionerna från ballastproduktionen år 2008. År 2008 levererades 101,2 miljoner ton ballast, men endast 88,2 miljoner ton användes för emissionsberäkningar. Detta eftersom resterande tonnage inte har ballastproduktion som primärt syfte.

Tabell 7. Emissioner från ballastproduktionen år 2008.

Emissioner (ton) vid produktion av olika materialslag år 2008				
	Krossberg (66,8 milj.ton)	Naturgrus (18,8 milj.ton)	Morän (2,6 milj.ton)	Totalt (88,2 milj.ton)
CO <sub>2</sub>	156312	39104	5408	200824
NO <sub>X</sub>	1058	241	33	1332
HC	78	20	3	100
PM	16	4	0,5	20
CO	287	35	5	326
SO <sub>X</sub>	0,05	0,01	0,002	0,06

### Emissioner från personbilar i Sverige

Sverige har personbilsparken med högst genomsnittlig bränsleförbrukning i hela EU. Dessutom hör Sveriges nya bilar till den del som släpper ut mest koldioxid i EU. Vidare ska utsläppen från vägtrafiken stabiliseras på 1990-års nivå. Men sedan år 1990 har utsläppen ökat med ca. 12 %. Genom att ha minskat bränsleförbrukningen på nya bilar har dock utsläppen av växthusgaser minskat med ungefär 2 % mellan åren 2007 och 2008 och koldioxidutsläppen har minskat med 3,2 % under samma period. År 2008 minskade dessutom personbilstrafiken med 1,2 %. Det är inte bara den lägre bränsleförbrukningen på nya bilar och den minskade personbilstrafiken som har lett till minskningarna av växthusgaser, mellan år 2007 och år 2008. En ökning av dieseldrivna personbilar har också bidragit till denna minskning, eftersom en dieseldriven bil har en väsentligt lägre bränsleförbrukning än vad motsvarande bensindriven bil har (*Naturvårdsverket, 2009*).

År 2008 släppte svenska personbilar ut 12 miljoner ton koldioxid (*Johansson, 2010*), 23 000 ton kväveoxider, 390 ton partiklar, 140 000 ton kolmonoxid och 70 ton svaveloxider (*Naturvårdsverket (h)*).

### Emissioner från ballasttransport

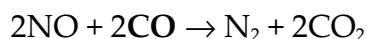
År 2008 stod tunga fordon för 26 % av emissionerna från inrikes vägtrafik och för ca. 7,7 % av det totala utsläppet av koldioxidekvivalenter i Sverige. Utsläppen från tungtransport har ökat med 31 % från år 1990 till år 2008 (*Naturvårdsverket (i)*).

Ballast transporteras ofta med lastbil ut från täkter (*Kontturi, 2008*). Emissionsfaktorerna i tabell 4 användes även vid beräkningar av lastbilars emissioner. Samtliga emissionsfaktorer anges i gram per liter. Fördelen med emissionsberäkningar i gram per liter är att det minskar betydelsen av körsätt, väder, vind och vägens beskaffenhet, som alla påverkar bränsleförbrukningen (*NTM*). Benjamin Snell menar att eftersom lastbilar, som transporterar ballast, ofta kör i en sämre terräng, korta sträckor och med många starter och stopp, har de en hög bränsleförbrukning. En lastbil med släp har en genomsnittlig bränsleförbrukning på 5,5 l/mil. Notera att bränsleförbrukningen är ett medelvärde, där halva sträckan är utan last och andra halvan är med last. En lastbil med tre axlar och grussläp lastar ca. 36 ton ballast vid ett lass.

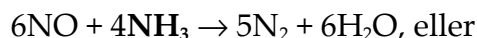
### **3.5. Att minska utsläppen från tunga dieselfordon**

Utsläppen från tunga fordon har man försökt minska i många år och fokus ligger på kväveoxider och partiklar. År 1992 infördes krav på utsläpp från tunga fordon i EU och sedan dess har kraven skärpts (*Ekström och Sjödin, 2003*). Införandet av katalysatorer på tunga fordon har bidragit till minskade emissioner av HC, NO<sub>x</sub> och CH<sub>4</sub> (*Naturvårdsverket, 2008*). Sedan år 1999 har emissionskrav på dieseldrivna mobila maskiner, som inte är avsedda att användas på väg, funnits. Emissionskraven omfattar kolmonoxid, kolväten, kväveoxider och partiklar (*Wetterberg et al., 2007*).

Dieselmotorn har genomgått stora förändringar de senaste 20 åren. Förändringarna är ett resultat av krav på långa serviceintervall, hög verkningsgrad och avgasrening. Målsättningen att minska utsläppen av NO<sub>x</sub> har hög prioritet (*Wetterberg et al., 2007*). Kväveoxider uppstår vid förbränning av fossila bränslen som kommer i kontakt med luft, vilket sker i en hög temperatur (*Jackson och Jackson, 2000*). Det som påverkar utsläppen av NO<sub>x</sub> är framförallt motorns förbränningstemperatur och luftöverskott. Genom att hålla dessa faktorer nere kan utsläppen av kväveoxider minskas. Faktorerna hålls nere genom att låta en del av avgaserna cirkulera genom motorn och på så vis sänka förhållandet mellan insprutad mängd bränsle och tillgängligt syre. NO<sub>x</sub>-utsläppen kan också reduceras genom att nyttja HC och CO för reduktion av NO<sub>x</sub> och syre (*Wetterberg et al., 2007*). Reaktionen nedan beskriver reduktion med kolmonoxid och kommer från Jackson och Jackson, 2000. Reaktionen blir möjlig genom att låta de tidiga stegen av förbränningen ske i bränslerika förhållanden.



Även insprutning av ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) i avgasflödet reducerar  $\text{NO}_x$  till kväve och vatten, vilket också minskar utsläppen (Wetterberg *et al.*, 2007). Reaktionen beskrivs av Jackson och Jackson, 2000.



Rening av partiklar är en viktig del i utvecklingen av miljövänligare dieselmotorer. En viktig del i att uppnå en liten mängd partiklar i avgaser var införandet av Mk1-diesel i Sverige. Mk1-diesel innehåller en liten mängd svavel, som reducerar svavel- och partikelutsläpp. Med partikelfilter kan utsläppen av PM minskas ytterligare. Genom att koppla ett partikelfilter till katalysatorn kan kvävedioxid (som bildas i katalysatorn) förbrännas tillsammans med sot vid en lägre temperatur, än vad sot annars kräver. Ett annat sätt är att tillföra ett additiv, oftast en metall, till bränslet. Metalloxiden som då bildas kommer att förbrännas tillsammans med sotet vid en betydligt lägre temperatur. När sotet förbränns minskar PM-utsläppet (Wetterberg *et al.*, 2007).

Utsläpp av kolväten och kolmonoxid är inte ett stort problem idag. Men det gäller att hålla utsläppsnivåerna nere, vilket görs med ett rent bränsle. Emissioner av HC och CO minskas ofta vid rening av kväveoxider. Användning av en katalysator minskar emissionerna ytterligare. En katalysator omvandlar HC och CO tillsammans med syre till koldioxid (Wetterberg *et al.*, 2007).

Svaveloxider bildas vid förbränning av fossila bränslen. Fossila bränslen innehåller både inorganiskt- och organiskt svavel. Vid svavlets kontakt med syre bildas svaveloxider. Genom att använda bränslen med låg svavelhalt, kan emissioner av svaveloxider minskas (Jackson och Jackson, 2000). Svenskt Mk1-diesel har en mycket låg svavelhalt.

Användning av Mk1-diesel resulterar i minskade utsläpp av kväveoxider med ca. 10 % och minskade partikelutsläpp med 15-30 %, jämfört med användning av standardbränsle (Mk3-diesel). Mk3-diesel står för ca. 10 % av den totala dieselanvändningen i Sverige. Utsläpp av HC och CO är låga, men de ökar med 15 respektive 8 % vid användning av Mk1-diesel. Energiinnehållet i Mk1-diesel är dessutom lägre än i Mk3-diesel, därför ökar bränsleförbrukningen med ungefär 3 % vid användning av Mk1-diesel (*NTM*).

Idag satsas det på utvecklingen av alternativa drivmedel för att uppnå lägre emissioner från tunga dieseldrivna fordon. En omställning från diesel till alternativa drivmedel kan resultera i ett minskat utsläpp av växthusgaser, men det är dyrt att gå över till alternativa drivmedel. Scania satsar idag på att inom en snar framtid kunna driva tunga fordon på biodiesel, etanol eller gas. Dessutom räkna de med att ha en hybridmotor på marknaden, inom något år. Volvo inriktar sig på biodiesel, gas och syntetisk diesel. Det är viktigt att de alternativa bränslena inte bara minskar utsläppen av växthusgaser, utan även resulterar i låga emissioner i övrigt (*Wetterberg et al., 2007*).

Vägverket har tillsammans med Stockholm-, Göteborg- och Malmös stad sammanställt krav som de ställer på anlitate entreprenörer. De krav som påverkar emissionerna till luft är följande: 2 % av bränslet för dieseldrivna maskiner ska vara förnybart (om verksamheten bedrivs inne i stad), petroleumprodukter ska vara miljömärkta, diesel ska vara klassat som Mk1, entreprenörerna ska ha kunskap om sparsam körning (vilket håller bränsleförbrukningen nere), motorerna ska klara de senaste avgaskraven och mängden förbrukat bränsle ska redovisas varje år (*Vägverket, 2008*). På så vis kan storstadslänen kontrollera utsläppen något.

Emissionerna kan alltså minskas med teknisk utveckling och förbättring av bränslet, men förare kan också minska emissionerna genom att tillämpa sparsam körning. Om alla förare av arbetsmaskiner i Sverige skulle tillämpa sparsam körning och undvika tomgångskörning, skulle emissionerna minska med flera hundra tusen ton. Dessutom skulle den minskade bränsleförbrukningen vara värd flera hundra miljoner kronor. Att undvika tomgång är ett effektivt sätt att minska emissioner från fordonen. Vid tomgångskörning är faktiskt emissioner



högre än vad de är vid användning av fordonet. En modern dieselmotor mår bra av att slås av, då den uppnår fullt bränsletryck direkt när den startas igen. En motor som går på tomgång kyls däremot ned av det oförbrända bränslet. En kall motor ger smutsigare emissioner än vad en varm motor ger. Sparsam körning innebär bland annat att maskinerna körs på lägre varvtal. Genom sparsam körning kan bränsleförbrukningen minskas med 5-10 % (*Vägverket*).

### **3.6. Efterbehandling av täkter**

Idag efterbehandlas täkter för att förebygga skador på miljön och människors hälsa. Att bevara biologiska värden är en sak som eftersträvas vid en efterbehandling. Genom lämplig skötsel av täktverksamheten och efterbehandlingen kan arters möjlighet att leva vidare öka. Geologi är en annan sak som det tas hänsyn till vid en efterbehandling. Om grundvattennivån är nära markytan krävs extra försiktighet vid en efterbehandling. Grundvattnet kan komma att påverkas negativt vid täktverksamhet, vilket främst gäller för naturgrustäkter, då vegetations- och jordmånskikt tas bort för att kunna bryta gruset. Därför är det viktigt att vegetationsskiktet åter etableras snarast möjligt vid efterbehandling av naturgrustäkter. En bergtäkt kan lämpligen efterbehandlas genom att skapas strukturer som det är brist på i landskapet. Om täkten omfattar en brant kan snedsprängningar, trappsprängningar, återfyllning, skyddshylla eller vattenfyllning konstrueras (*Dagobert et al., 2006*).

Morgan, 2005 beskriver efterbehandlingsarbete vid nedlagda gruvor och dagbrott. De förhållanden som råder vid sådana områden kan jämföras med täkter, framförallt bergtäkter. Att återplantera vegetation vid ett verksamhetslut är viktigt om jorderosion ska undvikas. Vid obehandlad och kal mark, efter en täkt, förekommer det jorderosion. Genom att snabbt plantera in vegetation kan erosion förhindras, eftersom vegetationen minskar ytavrinningen. Genom att skapa ett heltäckande vegetationstäckande kan även lokal erosion undvikas. Växterna som planteras, vid en efterbehandling, ska skydda mot erosion samt fertilisera jorden. Aspekter som är viktiga vid valet av växter är det lokala klimatet samt området topografi. Växterna som planteras bör vara snabbväxande (ger ett snabbt erosionskydd), pionjärer och lokala (då har växterna störst chans att klara sig). Det bör planteras olika växtarter, då det är svårt att förutse samtliga effekter som arterna kommer att ha (eller inte att ha) (*Morgan, 2005*).

Torvindustrin satsar på klimatsmarta efterbehandlingar, det vill säga efterbehandlingar som fungerar som kolsänkor. Klimatsmarta efterbehandlingar kan vara beskogning eller odling av energigrödor, som till exempel rörflen (*phalaris aruninacea*). Hur stor kolsänkan blir vid plantering av skog, beror på hur stor produktivitet skogen har. Det är viktigt att komma ihåg att vid avverkning frigörs kolet som har lagrats under skogens växttid (*Hagberg och Holmgren, 2008*). Rörflen är ett energigräs som lämpar sig för odling i Sverige. En hektar rörflen har ett energiinnehåll på 30-40 MWh, vilket motsvarar 3-4 kubikmeter olja (*Bioenergiportalen*).

## 4. Diskussion

Den genomsnittliga producenten av ballast producerade 120 % mer ballast år 2008 än år 1998. Därför borde verksamhetsutövaren sätta sig in i hur stora emissioner produktion av ballast har. Det är viktigare att vara medveten av emissionerna när produktionen ökar. Enligt 22 kap. MB ska tillståndsansökningar, för att få bedriva en yrkesmässig verksamhet, innehålla utsläppskällor verksamheten har. Det är verksamhetsutövarens ansvar att se till att verksamheten inte skadar människors hälsa eller miljön, enligt 2 kap. MB. Emissioner som uppstår vid ballastproduktion är koldioxid, kolmonoxid, kväveoxider, kolväten, partiklar och svaveloxider. Av dessa utsläpp är koldioxid och vissa kolväten primära växthusgaser. Kolmonoxid och kväveoxider fungerar som sekundära växthusgaser, och är/bidrar dessutom till föroreningar som skadar miljön och människors hälsa. Kolväten bidrar också till att hälsofarliga och miljöfarliga ämnen bildas. Partiklar och svaveloxider är skadliga för hälsan, men det påverkar även klimatet genom att bland annat bilda aerosoler. Eftersom vissa av emissionerna, som uppstår vid ballastproduktion, är skadliga för miljön och människors hälsa är verksamhetsutövaren skyldig att vara medveten om dessa. Verksamhetsutövaren bör veta hur stora emissionerna är (för att utsläppen inte ska överskrida skadliga nivåer) och dessutom försöka minska emissionerna. Utsläppen från dieselfordon kan verksamhetsutövaren minska genom sparsam körning och undvika tomgångskörning. Genom sparsam körning kan emissionerna minskas med 5-10 % och tomgångskörning av dieselfordon resulterar i högre emissioner än när fordonet används. Om sparsam körning hade tillämpats för ballastproduktionen år 2008 hade emissionerna kunnat minskats. Bränsleåtgången för att producera 88,2 miljoner ton ballast var ungefär 70 000 m<sup>3</sup>. Sparsam körning skulle innebära en bränsleminskning med ca. 3 500- 7 000 m<sup>3</sup> för denna bränsleförbrukning. Det skulle innebära ett minskat utsläpp av koldioxid med 9 000 –18 000 ton.

År 2008 var emissionerna från den primär ballastproduktion 200 000 ton koldioxid, 1 300 ton kväveoxider, 100 ton kolväten, 20 ton partiklar, 300 ton kolmonoxid och 60 kg svaveloxider. Svenska personbilar släppte, samma år, ut 12 miljoner ton koldioxid, 23 000 ton kväveoxider, 390 ton partiklar, 140 000 ton kolmonoxid och 70 ton svaveloxider. En jämförelse mellan personbilarnas- och ballastproduktionens utsläpp visar att koldioxidutsläppen endast var 1,7 % av personbilarnas utsläpp. Ballastproduktionens utsläpp av kväveoxider var 5,6 % av personbilarnas utsläpp. Utsläppen av partiklar från ballastproduktionen var

5,1 % av personbilarnas utsläpp Ballastproduktionens utsläpp av kolmonoxid var 0,2 % av personbilarnas emissioner. Slutligen, var utsläppen av svaveloxider från ballastproduktionen 0,085 % av personbilarnas utsläpp. Utsläppen från ballastproduktionen är alltså små jämfört med emissionerna från personbilar, och dessutom fyller ballastproduktionen en viktig funktion i samhället (material vid bland annat vägbyggen och husbyggen).

Maskinparken vid ballastproduktion har samma typ av motorer som lastbilar har. Samma emissionsfaktorer har därför använts vid emissionsberäkningar för både ballastproduktionen och ballasttransporten med lastbil. Därför räcker det med att jämföra bränsleförbrukningen för produktionen och transporten. Det går åt ca. fem gånger mer bränsle vid produktion av 36 ton ballast, än att transportera 36 ton ballast en mil. Eftersom emissionerna är beräknade utifrån bränsleförbrukningen, har ballastproduktionen fem gånger högre utsläpp än vad transporten på en mil har. Vid bergtäkter, där bränsleförbrukningen är högre, är emissionerna ca. sex gånger högre. Emissionerna från sprängningar består dessutom av NO<sub>x</sub> och framförallt CO. Därför är emissionerna av dessa ämnen markant högre vid bergtäkter än vid övriga täkter. Eftersom utsläppen är fem gånger högre vid krossning än vid transporten, innebär det att lastbilen får transportera ballasten 5 mil innan utsläppen från transporten är lika höga som för produktionen. Detta innebär att lastbilen kan köra **2,5 mil** ut från tälkten (eftersom lastbilen först måste komma in i tälkten för att få ballast lastat, och sedan transportera ut ballasten). Detta visar ytterligare en nytta med täkter (och inte bara som en nytta när det gäller att producerat av viktigt material till exempel vägbyggen), nämligen att fler täkter skulle innebära kortare transporter med lastbil. Detta skulle ha en positiv effekt på utsläpp till luft.

I Sverige fanns det år 2008 fanns det 2 481 tillståndspliktiga täkter. Endast 3 av 10 täkter är bergtäkter, men de levererar 65 % av all ballast till marknaden. Naturgrustäkter var ungefär 2/5 av antalet täkter, men de producerar endast 1/5 av ballasten. Det beror på att naturgrusuttaget försöks begränsas till 12 miljoner ton per år i Sverige. Uttaget kontrolleras genom 9 kap. MB, där det framgår att om det är ekonomisk- och tekniskt möjligt att använda sig av andra ballastmaterial, ska det göras. År 2008 producerades 18,8 miljoner ton naturgrus, vilket är för mycket för att uppnå miljömålet. För vissa ändamål är det svårt att ersätta naturgruset med krossberg, för till exempel betongproduktion. Idag går

60 % av naturgruset till ändamål där krossberg har svårt att ersätta naturgruset. Men resterande användning av naturgrus borde försöka minskas. Ungefär 13 % av ballasten var år 2008 sekundär. Den sekundära ballasten är en viktig ersättare till naturgrus. Sedan mitten på 1980-talet har uttaget av naturgrus minskat och produktionen av krossberg har ökat. Ett resultat av denna utveckling är ökade utsläpp till luft, då produktion av krossberg har högre emissioner än vad naturgrusproduktionen har. En annan effekt som ett ökat krossbergsuttag har är att det blir fler och längre transporter av ballasten. Det beror på att antalet täkter går från att ha varit många, små naturgrustäkter nära konsumenterna, till att vara få, stora bergtäkter längre ifrån konsumenterna. Mellan åren 1998 och 2008 har antalet små täkter minskat med ca. 49 %. Under samma tid har de största täktanläggningarna ökat med drygt 72 %. År 2008 stod 13,9 % av leverantörerna för ca. 79 % av totala mängden ballast. Ett resultat av detta är naturligtvis fler och längre tunga transporter. Med hänsyn av utsläpp till luft borde bergtäckerna vara fler till antalet och ligga närmare konsumenterna. Men detta är kanske inte möjligt, då påverkan på miljön kan vara stor och då störningar till närliggande områden, i form av damm och buller, kan vara stora från bergtäkter. Det måste även vara attraktivt för verksamhetsutövaren att öppna fler bergtäkter. Men för att det ska vara möjligt, borde det bland annat gå snabbare att få igenom tillståndsansökningar hos tillsynsmyndigheten. Dessutom borde samtliga tillsynsmyndigheter ha samma riktvärden vid bedömning av ansökningar, vilket skulle förenkla bedömningen.

Tidigare har troligen emissionerna från ballastproduktionen varit högre, då ballastproduktionen var betydligt högre i Sverige under 1970-talet (ca. 130 miljoner ton). År 1992, 1998 och 1999 infördes krav på utsläpp från tunga fordon, arbetsfordon och mobila fordon i EU, och efter det har utsläppen minskat, med förbättrad motorteknik. Förbättringen av svensk diesel har också bidragit till minskade emissioner. Eftersom det inte förekom avgasgrav för tunga- och mobila- och arbetsfordon på 1970-talet, antas det att emissionerna från ballastproduktionen var betydligt högre på 1970-talet än vad de är idag. Vägverket har tillsammans med Stockholm-, Göteborg- och Malmö stad sammanställt krav som de ställer på anlitate entreprenörer. Dessa krav är ett bra initiativ och minskar troligen emissionerna inom dessa områden.

Idag ställs det krav på att täkter ska efterbehandlas vid avslut. Täkter efterbehandlas idag för att förebygga skador på människors hälsa och miljön. Hänsyn tas ofta till geologi, grundvattnet och markerosion. Klimatsmarta efterbehandlingsmetoder kan vara ett alternativ till aktuella efterbehandlingsmetoder av täkter, för att minska täkters klimatpåverkan. Inom torvindustrin satsas det på efterbehandlingsmetoder som agerar som kolsänkor. Det kan bland annat vara plantering av skog eller energigrödor. Genom att satsa på liknade efterbehandlingsmetoder för ballastindustrin skulle betydelsen av utsläppen av växthusgaser kunna minskas.

Emissionsberäkningarna anses ha hög reliabilitet, då emissioner av samma storleksordning har angetts av företaget BDX Miljö AB. Företaget har även använt sig av emissionsfaktorer för tung lastbil vid sina emissionsberäkningar (se Utter, 2009).

Källorna som har använts i studien anses vara tillförlitliga. Litteraturstudien har gett sekundärdata, vars syften har kontrollerats. Konsultationen med expertis har resulterat i primärdata. Samtliga tre muntliga källor är företagsinterna källor. Dessa källor anses ha hög tillförlitlighet och personerna anses ha en hög kunskap i ämnet. Både Patrik Snell och Roger Johansson har mångårig erfarenhet av branschen.

#### **4.1. Slutsats**

Målet med studien var att undersöka vilka utsläpp till luft som ballastproduktion hade år 2008, samt vilken storlek emissionerna var av. Syftet var att visa vilka krav som ställs på verksamhetsutövare inom branschen och vad verksamhetsutövaren kan göra för att minska emissioner från sin produktion och minska betydelsen av emissionerna genom val av efterbehandlingsmetod. Syftet var även att undersöka om uttaget från bergtäkter har ökat, och om det har gett förhöjda emissioner. Slutligen var syftet att kontrollera om ballastproduktionen eller ballasttransporten har högst utsläpp till luft.

Primära växthusgaser som släpptes ut av ballastproduktionen var koldioxid och kolväten. Sekundära växthusgaser som släpptes ut var kolmonoxid och kväveoxider. Utsläpp av partiklar och svaveloxider påverkar klimatet genom att

bland annat bilda aerosoler. Flertalet av dessa utsläpp är även skadliga för människan. Storleken på utsläppen är mellan 0,085 och 5,6 % av personbilarnas emissioner. Kraven som ställs på verksamhetsutövare, när det gäller emissioner, är att de ska vara medvetna och ange de emissionerna som verksamheten har samt försöka minska dessa när de blir skadliga för människan. Emissioner från produktionen kan verksamhetsutövaren minska genom sparsam körning, undvika tomgångskörning och använda sig av Mk1-diesel. Emissionerna kan också minskas genom teknisk utveckling av motorer och nytt bränsle. Verksamhetsutövaren ska efterbehandla nedlagda täkter. Efterbehandlingen kan innebära plantering av skog eller energigrödor, för att produktionens emissioner av växthusgaser ska kompenseras med en kolsänka efter nedläggningen av verksamheten. Uttaget av krossberg (från bergtäkter) har ökat mycket sedan år 1985. Ett resultat av detta ger ökade emissioner. När uttaget av krossberg ökar, ökar emissionerna eftersom bergtäkter har högre emissioner än vad resterande täkter har. Vid en jämförelse mellan ballasttransporter och ballastproduktionen visade det sig att lastbilar endast kan köra ca. 2,5 mil ut från täkten innan de har lika stora emissioner som produktionen har.

### **Uppslag till nya studier**

Studiens sätt att beräkna emissioner på går även att använda för mindre omfattande studier. Genom att använda sig av bränsleförbrukningen, kan emissionerna beräknas. Studiens beräkningar bygger på generaliseringar. Att beräkna emissioner från till exempel enstaka företag, kan vara enklare, då inga generaliseringar behöver göras. I företag förekommer exakt information om vilka maskiner som används vid produktionen (och därmed vilka typer av motorer som används), vad bränsleåtgång och produktionen är. Beräkningssättet, för att uppskatta emissioner från ballastproduktionen, bygger på antagandet att maskiner som används vid produktionen har samma motorer som lastbilar har. Kindbom och Persson, 1999 anger ytterligare ett sätt att beräkna emissioner från tunga dieseldrivna maskiner. Det är ett sätt som ger bra resultat. Men detta sätt har inte använts i denna studie, då produktionstiden varierar så pass mycket i branschen.

Studiens tillvägagångssätt och resultat kan användas för emissionsberäkningar av andra branscher, där tunga dieseldrivna maskiner används. Bara maskinerna

antas ha samma motorer som lastbilar har och då bränsleförbrukningen är given. Genom att granska och beräkna emissioner för olika branscher kan de ökade utsläppen från arbetsmaskiner i Sverige förklaras. Sverige klar som sagt delmålet *Utsläpp av växthusgaser (2008-2012)*, men emissioner från transporter och arbetsmaskiner ökar. Efter denna studie kan svar ges på vad ballastproduktionen gör för att bidra till dessa ökningar. Svaret är att produktionen av krossberg ökar, vilket ger ökade emissionerna. Även transporterna ökar då bergtäkterna producerar större delen av ballasten till marknaden.



## 5. Referenslista

### 5.1. Litteratur

Allison Ian, Bindoff Nathan, Bindschadler Robert, Cox Peter, de Noblet-Ducoudré Nathalie, England Matthew, Francis Jane, Gruber Nicolas, Haywood Alan, Karoly David, Kaser Georg, Le Quéré Corinne, Lenton Tim, Mann Michael, McNeil Ben, Pitman Andy, Rahmstorf Stefan, Rignot Eric, Schellnhuber Hans Joachim, Schneider Stephen, Sherwood Steven, Somerville Richard, Steffen Konrad, Steig Eric, Visbeck Martin och Weaver Andrew (2009) *The Copenhagen Diagnosis – Updating the World on the Latest Climate Science*. Sydney. SOS Print + Media. ISBN 978-0-9807316-0-6.

Bernes Claes (2003) *En varmare värld – Växthuseffekten och klimatets förändringar*. Ödeshög. AB Danagårds Grafiska. Beställare: Naturvårdsverket och SMHI. ISBN 91-620-1228-2.

Björklund Maria och Paulsson Ulf (2003) *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*. Lund. Studentlitteratur AB. Upplaga 1:8. ISBN 978-91-44-04125-4.

Chapin III F. Stuart, Mooney A. Harold, Chapin C. Melissa (2002) *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. New York. Springer Science. ISBN 0-378-95443-0.

Dagobert John, Elofsson Maria, Göthner Tove, Jansson Barbro. Waern Mats, Sjöström John och Höök Ingela (2006) *Efterbehandling av tåkar, En förtäkt vägledning*. Miljösamverkan Sveriges projektgrupp Tåkar. Länsstyrelserna.

Ekström Magnus och Sjödin Åke (2003) *Mätmetoder för uppföljning av avgasemissioner från tunga fordon*. Stockholm. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Rapport nr. B 1540.

Flodström Eje, Sjödin Åke och Gustafsson Tomas (2004) *Uppdatering av utsläpp till luft från arbetsfordon och arbetsredskap för Sveriges internationella rapportering*.

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Rapportserie för SMED och SMED&SLU. ISSN 1652-4179.

Hagberg Linus och Holmgren Kristina (2008) *The climate impact of future energy peat production*. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Rapport nr. B 1796.

Houghton John (2004) *Global Warming – the complete briefing, third edition*. Cambridge. Cambridge University Press. Tredje upplagan. ISBN 0-521-81762-5.

Jackson R.W. Andrew och Jackson M. Julie (2000) *Environmental Science – The Natural Environment and Human Impact*. Edition 2. Harlow. Prentice Hall. Andra upplagan. ISBN 0-582-41445-8.

Johansson Håkan (2010) *Minskade utsläpp från vägtrafiken men stora utmaningar väntar*. Vägverket. 2010-03-30.

Kindbom Karin och Persson Karin (1999) *Kartläggning av emissioner från arbetsfordon och arbetsredskap i Sverige*. Göteborg. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Rapport nr. B 1342.

Kontturi Monika (2008) *Förstudie, Miljöpåverkan från anläggningar*. Stockholm. MinBaS II Delområde nr 3.1a Miljöpåverkan från anläggningar. Rapport nr. 3.1:01.

Lager Helene (2004) *Ett uppdaterat EU – direktiv om ozon*. Stockholm. Naturvårdsverket. Rapport 5350.

Morgan P.C. Roy (2005) *Soil Erosion and Conservation Third Edition*. Boston. Blackwell Publishing. 3:e upplagan. sidnr. 169-170 och 190. ISBN 978-1-4051-1781-4.

Naturvårdsverket (2008) *National Inventory Report 2010 Sweden*.

Naturvårdsverket (2009) *Index över nya bilars klimatpåverkan 2008 – I riket, länen och kommunerna*. Rapport nr. 5946. ISSN 0282-7298.

Norlin Lars (2009) *Grus, sand och krossberg Produktion och tillgångar 2008*. SGU. Elanders Sverige AB. ISSN 0283-2038.

Sjödin Åke, Phil-Karlsson Gunilla, Johansson Manne, Forsberg Bertil, Ahlvik Peter och Lennart Erlandsson (2004) *Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider – reglering, utsläpp och effekter*. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Rapport nr. B 1597.

Stripple Håkan (2002) *Tillämpningar av klimatmål och Kyotoprotokollet – en allmän konsekvensanalys med branschexempel*. Göteborg. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Rapport nr. B 1454.

Utter Anneli (2009) *Miljökonsekvensbeskrivning för bergtäkt på fastigheten Jokkmokks Kronöverloppsmark 12:1 Årrenjarka*. BDX Miljö AB. Hämtad från länsstyrelsen i Norrbottens län.

Vägverket (2008) *Miljökrav vid upphandling av entreprenader och tjänster – Gemensamma upphandlingskrav för Göteborg stad, Malmö stad, Stockholm stad och vägverket*. Vägverket. Publikation 2006:105. ISSN/ISBN 1401-9612.

Wetterberg Christian, Magnusson Roger, Lindgren Magnus, Åström Stefan, Fridell Erik, Belhaj Mohammed och Larsolov Olsson (2007) *Arbetsmaskiner – Inventering av utsläpp, teknikstatus och prognos*. Stockholm. Naturvårdsverket. Rapport nr. 5728. ISSN 0282-7298.

## **5.2. Elektroniska källor**

Bioenergiportalen. *Rörflen*. Hämtad från <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1496&m=1307>. Hämtad den 2 mars 2010.

Miljömål (a). *Utsläpp av växthusgaser (2008-2012)*. Hämtad från <http://www.miljomal.nu/1-Begransad-klimatpaverkan/Delmal/Utslapp-av-vaxthusgaser-2008-2012/>. Hämtad den 24 januari 2010.

Miljömål (b). *Uttag av naturgrus (2010)*. Hämtad från <http://www.miljomal.nu/15-God-bebyggd-miljo/Delmal/Uttag-av-naturgrus-2010/>. Hämtad den 23 januari 2010.

Miljömål (c). *Kvävedioxid (2010)*. Hämtad från <http://www.miljomal.se/2-Frisk-luft/Delmal/Kvavedioxid-2010/>. Hämtad den 12 februari 2010.

Miljömål (d). *Marknära ozon (2010)*. Hämtad från <http://www.miljomal.se/2-Frisk-luft/Delmal/Marknara-ozon-2010/>. Hämtad den 12 februari 2010.

Miljömål (e). *Flyktiga organiska ämnen (2010)*. Hämtad från <http://www.miljomal.se/2-Frisk-luft/Delmal/Flyktiga-organiska-amnen-2010/>. Hämtad den 12 februari 2010.

Miljömål (f). *Utsläpp av flyktiga organiska ämnen*. Hämtad från <http://www.miljomal.se/Systemsidor/Indikatorsida/?iid=82&pl=1>. Hämtad den 12 februari 2010.

Miljömål (g). *Partiklar (2010)*. Hämtad från <http://www.miljomal.se/2-Frisk-luft/Delmal/Partiklar-2010/>. Hämtad den 12 februari 2010.

Miljömål (h). *Svaveldioxid (2005)*. Hämtad från <http://www.miljomal.nu/2-Frisk-luft/Delmal/Svaveldioxid-2005/>. Hämtad den 16 februari 2010.

Nationalencyklopedin (a). Sökord *Ballast*. Hämtad från <http://www.ne.se/ballast>. Hämtad den 8 mars 2010.

Nationalencyklopedin (b). Sökord *Feedback*. Hämtad från <http://www.ne.se/sok/feedback?type=NE>. Hämtad den 6 april 2010.

Naturvårdsverket (a). *Globala utsläpp*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslapp-av-vaxthusgaser/Globala-utslapp/>. Hämtad den 6 april 2010

Naturvårdsverket (b). *Utsläpp av växthusgaser*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslapp-av-vaxthusgaser/>. Hämtad den 10 februari 2010.

Naturvårdsverket (c). *Transportsektorn*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslapp-av-vaxthusgaser/Utslapp-fran-1990/Transportsektorn/>. Hämtad den 10 februari 2010.

Naturvårdsverket (d). *Täkter av berg, naturgrus och andra jordarter*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Gruvor-och-takter/Takter/>. Hämtad den 23 januari 2010.

Naturvårdsverket (e). *Kväveoxider (NO<sub>x</sub>)*. Hämtad från <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Ovriga-gaser/Kvaveoxider/>. Hämtad den 11 februari 2010.

Naturvårdsverket (f). *Flyktiga organiska ämnen (NMVOC)*. Hämtad från <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Ovriga-gaser/Flyktiga-organiska-amnen/>. Hämtad den 3 februari 2010.

Naturvårdsverket (g). *Miljö kvalitetsnormer för partiklar (PM<sub>10</sub>) i utomhusluft*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Lagar-och-andra-styrmedel/Miljokvalitetsnormer/Miljokvalitetsnormer--->

[nuvarande/Miljokvalitetsnormer-for-utomhusluft/Partiklar/](#). Hämtad den 11 februari 2010.

Naturvårdsverket (h). *Sveriges redovisning av gränsöverskridande luftföroreningar*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Utslappsdata/Gransoverskridande-fororeningar/>. Hämtad den 25 februari 2010.

Naturvårdsverket (i). *Utsläpp från inrikes transporter*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslappsstatistik/Utslapp-fran-inrikes-transporter/>. Hämtad den 16 februari 2010.

Notisum (a). *Miljöbalken (1998:808)*. Hämtad från <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19980808.HTM>. Hämtad den 22 januari 2010.

Notisum (b). *Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd*. Hämtad från <http://www.notisum.se/rnp/SLS/LAG/19980899.HTM>,  
[http://62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24%7BHTML%7D=sfst\\_lst&%24%7BHTML%7D=sfst\\_dok&%24%7BSNHTML%7D=sfst\\_err&%24%7BBASE%7D=SFST&%24%7BTRIPSHOW%7D=format%3DTHW&BET=1998%3A899%24](http://62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24%7BHTML%7D=sfst_lst&%24%7BHTML%7D=sfst_dok&%24%7BSNHTML%7D=sfst_err&%24%7BBASE%7D=SFST&%24%7BTRIPSHOW%7D=format%3DTHW&BET=1998%3A899%24). Hämtad den 22 januari 2010.

Notisum (c). *Förordning (1998:904) om tänker och anmälan för samråd*. Hämtad från <http://www.notisum.se/rnp/SLS/LAG/19980904.HTM>. Hämtad den 26 januari 2010.

Notisum (d). *Förordning (1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll*. Hämtad från <http://www.notisum.se/rnp/SLS/lag/19980901.HTM>. Hämtad den 4 februari 2010.

NTM (Nätverket för Transporter och Miljön) Hämtad från <http://www.ntm.a.se/index.asp>. Hämtad den 26 februari 2010.

Scania. *Motorer*. Hämtad från <http://www.scania.se/motorer/industrimotorer/anlaggning/>. Hämtad den 22 mars 2010.

Transportstyrelsen. *Tunga bilar – en kort bakgrund*. Hämtad från <http://www.transportstyrelsen.se/sv/Vag/Fordon/Fordon-regler/Miljokrav/Avgaser/Avgaskrav-for-tunga-fordon/>. Hämtad den 3 februari 2010.

Volvo. *Emissioner från Volvos lastbilar (Mk1 dieselbränsle)*. Hämtad från <http://www.rejmes.se/Hem/Nyhetsfiler/emmissioner.pdf>. Hämtad den 7 april 2010.

Vägverket. *Trafik – sparsam körning*. Hämtad från <http://www.vv.se/Startsida-foretag/Trafiken/Sparsam-korning/Sparsam-korning-for-arbetsmaskiner/>. Hämtad den 24 mars 2010.

### **5.3. Muntliga källor**

Benjamin Snell. Lastbilschaufför och stenkrossmaskinist. Snells Entreprenad AB. Pajala. Samtal den 18 februari 2010.

Patrik Snell. VD. Snells Entreprenad AB. Pajala. Samtal den 15 januari 2010.

Roger Johansson. VD. AB Piteå Bergsprängningar. Piteå. Samtal den 22 mars 2010.

### **5.4. Personliga kontakter**

Roger Johansson (2005-2009) *Utsläppsrapporter vid sprängning*. AB Piteå Bergsprängningar. 2010-02-28.

Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser. Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND. Serien startade 1985. Uppsatserna är även tillgängliga på <http://www.geobib.lu.se/>

The reports are available at the Geo-Library, Department of Physical Geography, University of Lund, Sölvegatan 12, S-223 62 Lund, Sweden.  
Report series started 1985. Also available at <http://www.geobib.lu.se/>

111. Tränk, L., (2005): Kadmium i skånska vattendrag – en metodstudie i föroreningsmodellering.
112. Nilsson, E., Svensson, A.-K., (2005): Agro-Ecological Assessment of Phonxay District, Luang Phrabang Province, Lao PDR. A Minor Field Study.
113. Svensson, S., (2005): Snowcover dynamics and plant phenology extraction using digital camera images and its relation to CO<sub>2</sub> fluxes at Stordalen mire, Northern Sweden.
114. Barth, P. von., (2005): Småvatten då och nu. En förändringsstudie av småvatten och deras kväveretentionsförmåga.
115. Areskoug, M., (2005): Planering av dagsutflykter på Island med nätverkanalys
116. Lund, M., (2005): Winter dynamics of the greenhouse gas exchange in a natural bog.
117. Persson, E., (2005): Effect of leaf optical properties on remote sensing of leaf area index in deciduous forest.
118. Mjöfors, K., (2005): How does elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration affect vegetation productivity?
119. Tollebäck, E., (2005): Modellering av kväveavskiljningen under fyra år i en anlagd våtmark på Lilla Böslid, Halland
120. Isacson, C., (2005): Empiriska samband mellan fältdata och satellitdata – för olika bokskogområden i södra Sverige.
121. Bergström, D., Malmros, C., (2005): Finding potential sites for small-scale Hydro Power in Uganda: a step to assist the rural electrification by the use of GIS
122. Magnusson, A., (2005): Kartering av skogsskador hos bok och ek i södra Sverige med hjälp av satellitdata.
123. Levallius, J., (2005): Green roofs on municipal buildings in Lund – Modeling potential environmental benefits.
124. Florén, K., Olsson, M., (2006): Glacifluviala avlagrings- och erosionsformer I sydöstra Skåne – en sedimentologisk och geomorfologisk undersökning.
125. Liljewalch-Fogelmark, K., (2006): Tågbuller i Skåne – befolkningens exponering.
126. Irminger Street, T., (2006): The effects of landscape configuration on species richness and diversity in semi-natural grasslands on Öland – a preliminary study.
127. Karlberg, H., (2006): Vegetationsinventering med rumsligt högupplösande



- satellitdata – en studie av QuickBirddata för kartläggning av gräsmark och  
konnekktivitet i landskapet.
- 128 Malmgren, A., (2006): Stormskador. En fjärranalytisk studie av stormen  
Gudruns skogsskador och dess orsaker.
- 129 Olofsson, J., (2006): Effects of human land-use on the global carbon cycle  
during the last 6000 years.
- 130 Johansson, T., (2006): Uppskattning av nettoprimärproduktionen (NPP) i  
stormfällan efter stormen Gudrun med hjälp av satellitdata.
- 131 Eckeskog, M., (2006): Spatial distribution of hydraulic conductivity in the Rio  
Sucio drainage basin, Nicaragua.
- 132 Lagerstedt, J., (2006): The effects of managed ruminants grazing on the global  
carbon cycle and greenhouse gas forcing.
- 133 Persson, P., (2007): Investigating the Impact of Ground Reflectance on  
Satellite Estimates of Forest Leaf Area Index
- 134 Valoczi, P. (2007): Koldioxidbalans och koldioxidinnehållsimulering av  
barrskog i Kristianstads län, samt klimatförändringens inverkan på skogen.
- 135 Johansson, H. (2007): Dalby Söderskog - en studie av trädarternas  
sammansättning 1921 jämfört med 2005
- 137 Kalén, V. (2007): Analysing temporal and spatial variations in DOC  
concentrations in Scanian lakes and streams, using GIS and Remote Sensing
- 138 Maichel, V. (2007): Kvalitetsbedömning av kväveretentionen i nyanlagda  
våtmarker i Skåne
- 139 Agardh, M. (2007): Koldioxidbudget för Högestad – utsläpp/upptag och  
åtgärdsförslag
- 140 Peterz, S. (2007): Do landscape properties influence the migration of Ospreys?
- 141 Hendrikson, K. (2007): Småvatten och groddjur i Täby kommun
- 142 Carlsson, A. (2008): Antropogen påverkan i Sahel – påverkar människans  
aktivitet NDVI uppmätt med satellit.
- 143 Paulsson, R. (2008): Analysing climate effect of agriculture and forestry in  
southern Sweden at Högestad & Christinehof Estate
- 144 Ahlstrom, A. (2008): Accessibility, Poverty and Land Cover in Hambantota  
District, Sri Lanka. Incorporating local knowledge into a GIS based  
accessibility model.
- 145 Svensson T. (2008): Increasing ground temperatures at Abisko in Subarctic  
Sweden 1956-2006
- 146 af Wåhlberg, O. (2008): Tillämpning av GIS inom planering och naturvård -  
En metodstudie i Malmö kommun.
- 147 Eriksson, E. och Mattisson, K. (2008): Metod för vindkraftslokalisering med  
hjälp av GIS och oskarp logik.
- 148 Thorstensson, Helen (2008): Effekterna av ett varmare klimat på fenologin hos  
växter och djur i Europa sedan 1950.
- 149 Raguz, Veronika (2008): Karst and Waters in it – A Literature Study on Karst  
in General and on Problems and Possibilities of Water Management in Karst in  
Particular.

- 150 Karlsson, Peggy (2008): Klimatförändringarnas inverkan på de svenska vägarna.
- 151 Lyshede, Bjarne Munk (2008): Rapeseed Biodiesel and Climate Change Mitigation in the EU.
- 152 Sandell, Johan (2008): Detecting land cover change in Hambantota district, Sri Lanka, using remote sensing & GIS.
- 153 Elgh Dalgren, Sanna (2008): vattennivåförändringar i Väneren och dess inverkan på samhällsbyggnaden i utsatta städer
- 154 Karlgård, Julia (2008): Degrading peatlands in northern Europe: changing vegetation in an altering climate and its potential impact on greenhouse gas fluxes.
- 155 Dubber, Wilhelm and Hedbom, Mari (2008) Soil erosion in northern Loa PDR – An evaluation of the RUSLE erosion model
- 156 Cederlund, Emma (2009): Metodgranskning av Klimatkommunernas lathund för inventering av växthusgasutsläpp från en kommun
- 157 Öberg, Hanna (2009): GIS-användning i katastrofdrabbade utvecklingsländer
- 158 Marion Früchtl & Miriam Hurkuck (2009): Reproduction of methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions
- 159 Florian Sallaba (2009): Potential of a Post-Classification Change Detection Analysis to Identify Land Use and Land Cover Changes. A Case Study in Northern Greece
- 160 Sara Odelius (2009): Analys av stadsluftens kvalitet med hjälp av geografiska informationssystem.
- 161 Carl Bergman (2009): En undersökning av samband mellan förändringar i fenologi och temperatur 1982-2005 med hjälp av GIMMS datasetet och klimatdata från SMHI.
- 162 Per Ola Olsson (2009): Digitala höjddata och höjdsystem. Insamling av höjddata med fokus på flygburen laserskanning.
- 163 Johanna Engström (2009): Landskapets påverkan på vinden -sett ur ett vindkraftperspektiv.
- 164 Andrea Johansson (2009): Olika våtmarkstypers påverkan på CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O och CO<sub>2</sub> utsläpp, och upptag av N<sub>2</sub>.
- 165 Linn Elmlund (2009): The Threat of Climate Change to Coral Reefs
- 166 Hanna Forssman (2009): Avsmältningen av isen på Arktis - mätmetoder, orsaker och effekter.
- 167 Julia Olsson (2009): Alpina trädgränsens förändring i Jämtlands- och Dalarnas län över 100 år.
- 168 Helen Thorstensson (2009): Relating soil properties to biomass consumption and land management in semiarid Sudan – A Minor Field Study in North Kordofan
- 169 Nina Cerić och Sanna Elgh Dalgren (2009): Kustöversvämningar och GIS - en studie om Skånska kustnära kommuners arbete samt interpolationsmetodens betydelse av höjddata vid översvämningssimulering.
- 170 Mats Carlsson (2009): Aerosolers påverkan på klimatet.

- 171 Elise Palm (2009): Övervakning av gåsbete av vass – en metodutveckling  
172 Sophie Rychlik (2009): Relating interannual variability of atmospheric CH<sub>4</sub>  
growth rate to large-scale CH<sub>4</sub> emissions from northern wetlands  
173 Per-Olof Seiron and Hanna Friman (2009): The Effects of Climate Induced  
Sea Level Rise on the Coastal Areas in the Hambantota District, Sri Lanka - A  
geographical study of Hambantota and an identification of vulnerable  
ecosystems and land use along the coast.  
174 Norbert Pirk (2009): Methane Emission Peaks from Permafrost Environments:  
Using Ultra-Wideband Spectroscopy, Sub-Surface Pressure Sensing and Finite  
Element Solving as Means of their Exploration  
175 Hongxiao Jin (2010): Drivers of Global Wildfires — Statistical analyses  
176 Emma Cederlund (2010): Dalby Söderskog – Den historiska utvecklingen  
177 Lina Glad (2010): En förändringsstudie av Ivösjöns strandlinje