

Seminarieuppsatser nr 139

Koldioxidbudget för Högestad

– utsläpp/upptag och åtgärdsförslag



Maria Agardh

2007
Centrum för Geobiosfärvetenskap
Naturgeografi och Ekosystemanalys
Lunds Universitet
Sölvegatan 12
223 62 Lund



Koldioxidbudget för Högestad – *utsläpp/upptag och åtgärdsförslag*

Maria Agardh
Magisteruppsats i Naturgeografi och Ekosystemsanalys

Handledare: Anja Rammig
Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys
Lunds Universitet, 2007

ABSTRACT

CO₂-budget for Högestad *- release/uptake and saving measures*

Högestad is with an area of 13 000 ha one of the largest landowners in the southern part of Sweden (Skåne). In spring 2006, the collaboration between Högestad and Lund University for a long-term sustainable development was initiated. This collaboration comprises the easy access and transfer of information about new research results. These results include the effect of climate change on agriculture and forestry and what measures landowners may take to reduce these effects. One measure would be reduce carbon dioxide emissions and as a first step, it was therefore important to make an inventory of what causes emissions and to calculate the total amount of these emissions.

The aim of this project was to develop a method on how to calculate CO₂-emissions caused by a landowner with activities within agriculture as well as forestry and to present emission saving strategies. Possible sources and sinks of emissions within the landowner's activities during a year were investigated through a questionnaire. Activities were divided into four parts, which include agriculture, forestry, real estate and wild animals/cattle. Additionally fuel consumption of machines/vehicle, transportation and waste production was considered. CO₂-release and uptake was calculated from the value that was obtained from the questionnaire and conversion factors were estimated from various literature and electronic sources.

The result of the project showed a total emission of the farm's activities of 4 166 tCO₂. The major cause of CO₂-emissions was fuel consumption, in particular transportation of imported and exported goods (65 % of the total emissions). Fuel consumption of machines, e.g. combine harvester, and wild animals/cattle contributed to, respectively, 17 % and 16 % of the emissions. The remaining activities, which included consumption of electricity, heating, incineration of waste, and consumption of energy to produce fertilizer and pesticides, caused together only 2 % of the emissions. Högestad mainly use bioenergy for heating, which is considered to be carbon neutral and therefore caused this activity no or very small amounts of CO₂-emissions. Some of these results are quite uncertain e.g. emissions of CO₂ caused by production of pesticides since no reliable conversion factors were found. There were also large uncertainties in the factors estimating CO₂ uptake of the ecosystems, which approximately was 40 729 tCO₂, mainly because of the large area of 7 000 ha forest.

A CO₂-budget should only include e.g. activities that release and contribute to an uptake of CO₂ within the company's geographical area. Within this study e.g. fuel consumption for transportation of exported goods was included which would be the community's responsibility rather than the individual farmer. However, this study gives a comprehensive overview of the important processes that contribute to CO₂ emissions and uptake on the level of a farm/company and it reveals the difficulties and uncertainties of estimating these emissions/uptake.

SAMMANFATTNING

Högestad utgör, med sina ca 13 000 ha, en del av Skånes största enskilda egendom med verksamhet inom jordbruk och skogsbruk, viltvård och fastigheter. Under våren 2006 inleddes ett samarbete mellan Högestad och Lunds universitet för en långsiktig hållbar utveckling. En del i samarbetet utgörs av tillgängligare information gällande forskningsresultat av t.ex. klimatförändringens påverkan av jordbruks- och skogsbruksnäringen och vilka åtgärder en markägare kan vidta för att minska dessa effekter. En åtgärd kan vara att minska verksamhetens utsläpp av CO₂. En god start är att inventera vad inom verksamheten som orsakar CO₂-utsläpp, samt göra en beräkning av dessa utsläpp.

Syftet med uppsatsen var att ta fram en metod för att uppskatta CO₂-utsläpp från en markägare med verksamhet inom jordbruk och skogsbruk. Med hjälp av metoden beräknades sedan verksamhetens koldioxidbudget för år 2006. Framtagandet av CO₂-budgeten gjordes genom att inventera möjliga källor och sänkor inom verksamheten, för att sedan beräkna utsläppen och upptagen av CO₂. Slutligen gavs åtgärdsförslag för att minska utsläppen. Informationsinsamling skedde genom litteraturstudier, sökning på Internet samt genom kontakt med sakkunniga personer. Beräkningen av utsläpp inom verksamheten gjordes med hjälp av standardiserade metoder, då möjligt, och lämpliga emissionsfaktorer, d.v.s. en faktor som ensam eller tillsammans med en omvandlingsfaktor kan användas för att beräkna mängden koldioxidutsläpp/upptag. Ett frågeformulär togs fram för att få en uppfattning om vad inom Högestad som bidrar till koldioxidutsläpp/upptag. Värdena från frågeformuläret användes sedan tillsammans med olika emissionsfaktorer för att beräkna de olika aktiviteternas och verksamhetens totala koldioxidutsläpp/upptag. Indelningen var jordbruk, skogsbruk, fastigheter samt viltvård/djurhållning och vidare med hänsyn till bränsleförbrukningen maskiner/fordon, transport samt avfall.

Resultaten visar att de totala utsläppen för verksamheten under 2006 var 4 166 tCO₂. Bränsleförbrukningen och då i synnerhet verksamhetens transport av varor och produkter var den aktivitet som orsakade störst CO₂-utsläpp (65 % av de totala utsläppen). Näst störst utsläpp orsakade arbetsmaskiner och djurhållning (17 % respektive 16 % av utsläppen). Övrig verksamhet orsakade endast 2 % av utsläppen och inkluderade elförbrukning, uppvärmning, förbränning av avfall, samt produktion av konstgödsel och bekämpningsmedel. Att verksamhetens ekosystem utgjorde en stor sänka, 40 729 tonCO₂ var inte helt oväntat, och då främst p.g.a. den stora arealen på 7 000 ha skog.

En koldioxidbudget bör avgränsas till att endast inkludera t.ex. aktiviteter som orsakar utsläpp och bidrar till upptag inom verksamhetens geografiska område, vilket inte gjordes i denna studie. Till exempel inkluderades bränsleförbrukningen till verksamhetens export av varor och produkter, vilket snarare är samhällets (konsumenternas) ansvar än den enskilde lantbrukarens. Förutom bristen på en tydlig avgränsning saknades även en del tillförlitliga emissionsfaktorer, vilket i sin tur även gjorde att en del uppskattade CO₂ beräkningar blev osäkra. Trots detta ger studien en omfattande överblick av de viktiga processerna som orsakar CO₂ utsläpp och upptag hos en verksamhet som Högestad. Studien visar även svårigheterna och osäkerheten gällande uppskattningen av dessa utsläpp och upptag.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INTRODUKTION	1
2	BAKGRUND	2
2.1	Kolets kretslopp.....	3
2.1.1	<i>Ekosystemens utbyte av koldioxid</i>	3
2.1.1.1	Ekosystemens årliga koldioxidbudget.....	4
2.1.1.2	Mätning och modellering av koldioxidflöde i ekosystem.....	5
2.2	Växthuseffekten	5
2.2.1	<i>Växthusgaser</i>	6
2.3	Klimatproblematiken.....	7
2.3.1	<i>Stern rapporten</i>	8
2.3.2	<i>Åtgärder för minskade utsläpp av växthusgaser</i>	8
2.3.2.1	Internationellt samarbete-Kyotoprotokollet	8
2.3.2.2	Sveriges arbete	9
2.3.2.3	Näringsliv och privatpersoner	9
2.4	Antropogen påverkan av kolets kretslopp	10
2.4.1	<i>Energiförbrukning</i>	10
2.4.2	<i>Markbearbetning (skogsskötsel och odlingsmetoder)</i>	11
2.4.3	<i>Djurhållning</i>	13
3.	METOD.....	14
3.1	Utformning av frågeformulär	14
3.2	Källor och parametrar.....	14
3.3	Beräkningsformler.....	15
3.4	Jämförelse med andra aktiviteter/verksamheters koldioxidutsläpp.....	15
4.	RESULTAT	16
4.1	Svar till frågeformuläret	16
4.2	Omvandlings- och emissionsfaktorer.....	19
4.3	Beräkning av koldioxidutsläpp/upptag.....	22
4.3.2	<i>Uppskattning av ekosystemens koldioxidupptag</i>	25
4.3.2.1	Omvandlingsfaktorer för ekosystem	25
4.3.2.2	Beräkningar av ekosystemens koldioxidupptag.....	26
5.	DISKUSSION	29
5.1	Osäkerhet och förbättringsförslag av tillvägagångssätt och metod.....	29
5.1.1	<i>Frågeformulär och värden från Högestad</i>	30
5.1.2	<i>Beräkningar och Omvandlingsfaktorer</i>	31
5.1.2.1	Energiförbrukning och processer	31
5.1.2.2	Ekosystemen.....	32
5.2	Koldioxidutsläpp och åtgärdsförslag.....	35
5.2.1	<i>Verksamhetens koldioxidutsläpp/upptag jmf med andra studier</i>	35
5.2.2	<i>Åtgärdsförslag</i>	36
7	SLUTSATS	39
8.	REFERENSER.....	40

1 INTRODUKTION

Den globala temperaturökningen beror, enligt bland annat FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), till största del av människans förbrukning av fossila bränslen till transport, uppvärmning och elförsörjning. Förbränning av olja, kol och naturgas medför utsläpp, så kallade källor, av främst koldioxid, men även andra växthusgaser. Även avskogning och förändrad markanvändning är viktiga antropogena orsaker till att koldioxidhalten i atmosfären ökar, vilket i sin tur leder till en förstärkning av den naturliga växthuseffekten (Houghton 2004).

De antropogena utsläppen motbalanseras dock samtidigt av naturliga processer som tar upp koldioxid från atmosfären. Dessa så kallade sänkor utgörs av främst skogar och hav där koldioxiden ackumuleras i bland annat biomassa, jord och sediment. Om utsläppen orsakade av människans aktivitet är större än de naturliga upptagen intar på lång sikt den globala energibalansen ett nytt jämviktsläge vid en högre temperaturnivå (Houghton 2004).

En global temperaturökning resulterar i ett förändrat klimat, vilket påverkar biosfären och de biogeokemiska system som verkar där, vilket i sin tur självfallet påverkar oss människor och vårt samhälle. För att hantera denna klimatproblematik på ett effektivt sätt och minska våra utsläpp måste alla delar i samhället involveras och hänsyn måste tas till såväl naturvetenskapliga som politiska, ekonomiska och sociala aspekter.

1.1 Syfte

Syftet med denna uppsats var att ta fram en metod för att uppskatta ett års koldioxidutsläpp från en markägare med verksamhet inom både jordbruk och skogsbruk. Med hjälp av denna metod beräknades sedan verksamhetens koldioxidbudget. Framtagandet av koldioxidbudgeten, vars gräns gällande företagens och samhällets ansvar är aningen flytande, gjordes genom:

- Att undersöka vilka källor och sänkor det finns för koldioxid inom verksamheten
- Att beräkna koldioxidutsläppen/upptagen
- Att ge förslag på åtgärder för att minska koldioxidutsläppen

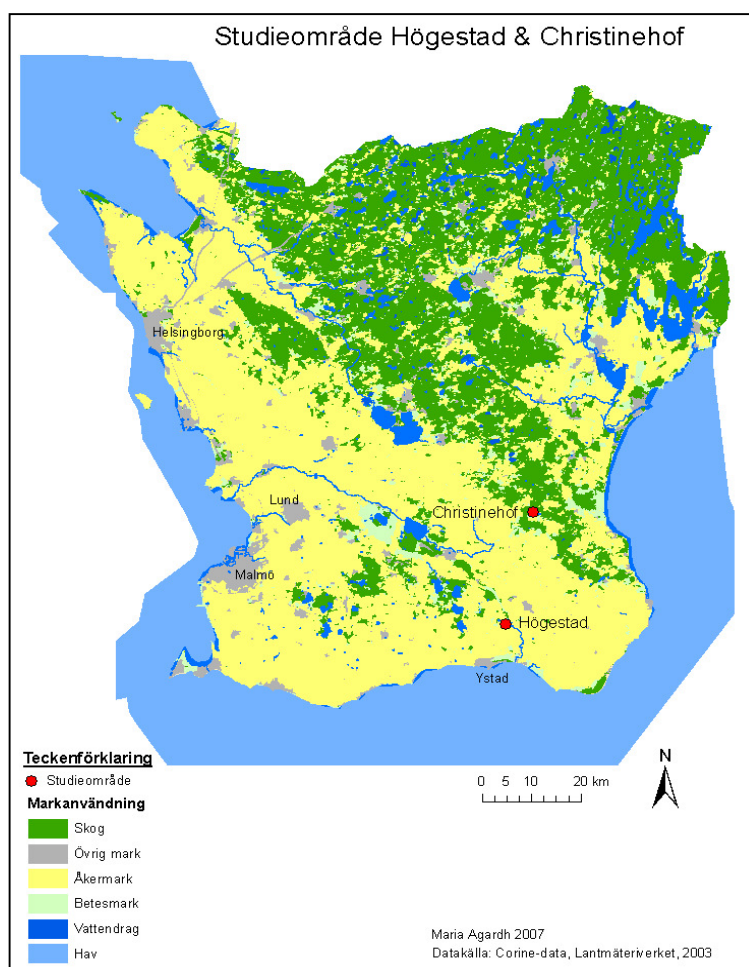
Den framtagna koldioxidbudgeten är tänkt att kunna användas som modell för andra markägare i södra Sverige som vill minska sina utsläpp av koldioxid.

Fokus har, som nämnt, varit på koldioxid, men även metanavgång från sektionen djurhållning har betraktats. Även dikväveoxid (lustgas) och vattenånga nämns i kapitlet växthusgaser, men inga av dessa eller de andra växthusgaserna har vidare behandlats i detta arbete, trots att dessa är viktiga att ta hänsyn till vid en helhetsbedömning av en verksamhets klimatpåverkan.

2 BAKGRUND

Kyotoprotokollet utgör ett första viktigt steg i en långsiktig internationell process för att bromsa den globala uppvärmningen. Målsättningen i protokollet är att i-länderna ska minska sina utsläpp av växthusgaser med drygt 5 % i genomsnitt under åren 2008-2012, jämfört med 1990 års nivå (UNFCC 2007). Hur detta ska gå till får länderna själva avgöra. En reducering av koldioxidutsläppen kräver dock en omfattande minskning av bl.a. förbrukningen av fossila bränslen. För att definiera effektiva besparingsstrategier behövs dock information gällande reduceringspotential inom olika områden t.ex. jordbruks- och skogsbruksnäringen.

Högestad är en del av Skånes största enskilda egendom med verksamhet inom jord- och skogsbruk, viltvård och fastigheter. Egendomens 13 000 hektar skogs- och jordbruksmark utgör 1,5 % av Skånes totala yta (Högestad 2006). Verksamheten är geografiskt uppdelad i områdena kring Högestad och Christinehof, där den största andelen av verksamhetens skogsmark ligger, se figur 1.



Figur 1 visar var i Skåne verksamheten Högestad och Christinehof ligger

Högestad var ett av Sveriges första lantbruk som miljöcertifierades enligt de internationella standarderna ISO 14001 och ISO 9001 och har under en längre tid jobbat för att minska sin påverkan av miljön. Under våren 2006 inleddes ett samarbete mellan Högestad och Lunds universitet för en långsiktigt hållbar utveckling. En del i detta samarbete utgörs av tillgängligare information gällande forskningsresultat av t.ex. klimatförändringens påverkan av jordbruks- och skogsbruksnäringen och vilka åtgärder en markägare kan vidta för att minska dessa effekter (Högestad 2006). En åtgärd kan vara att minska verksamhetens koldioxidutsläpp och en god start för detta är att inventera vad inom verksamheten som släpper ut koldioxid och beräkna hur stora de totala utsläppen är.

2.1 Kolets kretslopp

Kol finns i samtliga delar av biosfären. Det finns t.ex. bundet i växterna och i markens organiska material samt i form av olika kemiska former som cirkulerar i ekosystemen. Kol finns även i form av koldioxid i atmosfären och löst i världshaven, då i form av vätekarbonatjoner (HCO_3^-) och utfällt som kalciumkarbonat (CaCO_3) (Bernes 2006).

I det naturliga kretsloppet tas koldioxid upp från atmosfären i fotosyntesen och binds in i växternas olika delar t.ex. blad, stam och rötter (s.k. levande biomassa). Då dessa delar dör och bryts ner blir de en del av marken och utgör s.k. dött organiskt material t.ex. fallna träd, döda grenar, blad/barr och rötter. Kolet lagras i dött organiskt material tills det bryts ner av mikroorganismer och svampar och återgår då till atmosfären i form av koldioxid (Henriksson 2007). Processen då kolföreningar i växter och mark omsätts och bryts ner kallas respiration. Omsättningshastigheten varierar då olika delar i det organiska materialet bryts ner olika lätt. T.ex. kan vissa växtrester, så som ett dött löv brytas ner inom ett år medan det kan ta flera hundra år för humusämnen i markens mull att brytas ner. Det är endast en liten del av det organiska materialet som inte bryts ner fullständigt (Bernes 2003), och det är en del av detta material som vi idag använder som fossila bränslen. Som ett resultat av människans aktiviteter, i form av bland annat förbränning av fossila bränslen, har det naturliga kretsloppet rubbats då tillförseln av koldioxid till atmosfären inte balanseras av uppbyggnaden av kolförrådet i marken.

2.1.1 Ekosystemens utbyte av koldioxid

Det är främst växternas fotosyntes som avgör mängden koldioxid som tas upp i ett ekosystem. Hur mycket som släpps tillbaka till atmosfären avgörs däremot av respirationen, d.v.s. den process där kolföreningar omsätts och bryts ner. Balansen mellan fotosyntesen och respirationen (en mer detaljerad beskrivning av processerna följer nedan) avgör i sin tur delvis hur mycket kol som lagras i marken eller som släpps ut i form av koldioxid.

Den koldioxid som ingår i fotosyntesen och i respirationen utgör alltså ett ekosystems totala koldioxidutbyte, även kallad Net Ecosystem Exchange (NEE). Utbyte av koldioxid i ett ekosystem är:

$$\text{NEE} = - (P_n - (R_a + R_h))$$

i vilken P_n är den koldioxid som binds i nettofotosyntesen, R_a är den autotrofa respirationen och R_h är den heterotrofa respirationen. Ett negativt NEE innebär i denna studie att det sker ett upptag av koldioxid medan ett positivt NEE innebär utsläpp.

I **fotosyntesen** tar växterna upp koldioxid från atmosfären och med hjälp av vatten och solenergi omvandlas koldioxiden till olika sockerarter (kolhydrater) som binds in i växten. Hur snabbt processerna i fotosyntesen går beror bland annat på temperatur och tillgång av solljus (Begon *et al* 1996). Endast en del av solljusets våglängder (s.k. fotosyntetiskt aktivt ljus, Photosynthetic Active Radiation (PAR)) kan användas i fotosyntesen. En del av det material som används i fotosyntesen omvandlas direkt tillbaka till koldioxid och vatten i en process som kallas fotorespiration. Det kvarvarande materialet utgör nettofotosyntesen. Det kol som tagits upp i fotosyntesen transporteras (allokeras) sedan till växtens olika delar t.ex. blad och rötter.

Respiration innebär att de kolhydrater, som bildas i fotosyntesen, med hjälp av syre bryts ned till koldioxid och vatten. Vid processen frigörs energi. I växternas respiration, den s.k. autotrofa respirationen, används en del av kolet som energikälla och avgår sedan som koldioxid till atmosfären. Det kol som inte förbrukas i den autotrofa respirationen binds in i växten. Då växten dör blir växtmaterialet en del av marken och bryts ned av mikroorganismer och svampar i den s.k. heterotrofa respirationen. I marken sker både autotrof respiration i växternas rötter och heterotrof respiration från nedbrytarna. Respirationens hastighet i marken beror delvis på hur god syretillgången är, men även på temperatur och tillgången på lättnedbrytbart material. I en våtmark, där syrehalten är låg blir respirationen långsammare vilket leder till att mer organiskt material ansamlas i marken. Tillskillnad från torrläggning av mark, t.ex. genom dikning, då syresättningen i marken ökar med en ökad nedbrytning av organiskt material till följd, vilket gör att mer koldioxid frigörs (Henriksson 2007).

Vegetation tar alltså upp koldioxid och kol lagras i såväl levande biomassa som dött organiskt material. Även i marken finns ett stort kolförråd och så länge detta förråd ökar är marken en sänka av koldioxid.

2.1.1.1 Ekosystemens årliga koldioxidbudget

Ett ekosystems koldioxidutbyte t.ex. mellan en skog och atmosfären är alltså ett resultat av upptaget, genom vegetationens fotosyntes, och förlusten, genom vegetationens och markens respiration. Under sommaren är upptaget av koldioxid generellt större än förlusten, vilket beror på att upptaget som sker när det är ljus oftast är mycket större än vad som förloras när det är mörkt. En regnig och mulen sommardag kan dock förlusten vara större eftersom fotosyntesen är liten medan respirationen hög (Bergh *et al.* 2000). Under vintern avstannar fotosyntesen helt medan respirationen fortsätter, men med nedsatt hastighet. Detta leder till att utsläpp av koldioxid förekommer under vinterhalvåret. Det årliga nettoflödet av koldioxid är oftast relativt litet i förhållande till den totala fotosyntesen och respirationen, men betydande (Moren *et al.* 2002).

En normalt växande skog i Sverige har oftast ett upptag av 5-10 ton CO_2 per hektar och år (Grelle 2006). Men hur stort upptaget, eller i enstaka fall utsläppet är skiljer sig åt mellan olika skogsbestånd, trots liknande klimat, och då främst p.g.a. faktorer som trädslag (vegetation), tillväxthastighet, ålder och underliggande jordart. Sett över en längre tidsperiod visar mätningar att koldioxidupptaget är som störst i skogsbeståndet då träden är mellan 10-60 år (Hyvönen 2007). Upptaget i ett bestånd kan även variera mellan olika år som ett resultat av t.ex. stormfällning. Däremot varierar utsläppet och upptaget från dött organiskt material och marken väldigt lite mellan olika år (Henriksson 2007). En uppskattning är att hela Europas

landekosystem årligen tar upp cirka 500-700 MtCO₂, vilket skulle motsvara 7-12 % av de antropogena utsläppen som skedde under år 1995 (Janssen *et al.* 2003). Merparten av kolförrådet finns i marken, och siffror visar att det globala kolförrådet för tempererad skog i jord (ner till 1 meters djup) nästan är dubbelt så stort som förrådet i vegetationen (100 GtC respektive 59 GtC) (IPCC 2000).

2.1.1.2 Mätning och modellering av koldioxidflöde i ekosystem

Att mäta flödet av koldioxid från ett ekosystem kan ske genom s.k. fluxsystem, som förutom koldioxid även mäter flödet av vattenånga och värme samt luftens rörelsemängd. Mätningarna, som görs några meter ovanför trädtopparna, ger en direkt uppskattning av hur mycket koldioxid som tas upp eller släpps ut från ett skogsbestånd. Mätningarna kan bland annat summeras och ge ett värde för en längre tidsperiod eller användas för att kalibrera olika modeller (Grelle *et al.* 2004). Att mäta ett ekosystems koldioxidflöde är dock inte en helt okomplicerat och många faktorer kan påverka resultatet så som vindriktning och nederbörd. Skillnader kan även förekomma lokalt och därmed är även mätinstrumentets placering avgörande för resultatet.

Nettouflödet för en tidsperiod kan även uppskattas genom att mäta förändringen av kolförrådet i mark och biomassa. Det kol som finns lagrat i marken är dock relativt svårt att uppskatta, tillskillnad från kolförrådet ovan mark som kan uppskattas med stor noggrannhet. (Lagergren *et al.* 2006).

En modell är som bekant endast en simulerad bild av verkligheten, men är väldigt användbar då man t.ex. vill göra en preliminär uppskattning av hur ett ekosystem kommer att reagera på olika förändringar. LUSTRA har t.ex. i olika studier använt olika modeller för att se hur ett ekosystems kolbalans påverkas av olika skogsskötselåtgärder, trädslag och klimat (Jansson *et al.* 2004).

2.2 Växthuseffekten

Det mesta av den energi som kommer till jordens yta från solen har samma våglängd som synligt ljus. Vid dessa våglängder absorberas ingen energi av atmosfärens gaser. Den värmestrålning som utstrålas från jordens yta sker däremot vid längre våglängder och kan därför absorberas. Absorptionen sker dock inte av atmosfärens vanligaste en och två-atomiga gaser så som kväve, syre och argon, utan av de treatomiga så som vatten, koldioxid och ozon samt fleratomiga gaser så som metan, dikväveoxid och CFC-gaserna (klorfluor).

Att vissa gaser i atmosfären har denna förmåga att delvis absorbera jordens långvågiga värmeutstrålning resulterar i den s.k. växthuseffekten som är naturlig och en förutsättning för livet på jorden. Utan växthusgaserna (d.v.s. de absorberande gaserna) skulle jordens medeltemperatur vara avsevärt lägre än vad den är nu. Ökade halter av växthusgaser i atmosfären orsakas främst av mänskliga aktiviteter så som ökad industrialism (fossil energianvändning), förändrad markanvändning, främst genom att skog skövlas för att ge plats åt spannmålsodling, och ökad mängd boskapsdjur.

Växthuseffekten kan förstärkas ytterligare då t.ex. ökad avdunstning av havsvatten leder till ytterligare högre koncentration av vattenånga. En intressant aspekt är att en ökad halt av vattenånga, p.g.a. högre temperatur, kan leda till att fler moln bildas. Detta i sin tur kan leda till en reducering av solinstrålning, som reflekteras av molnen och resultatet kan då bli ett

kallare klimat (Bogren *et al.* 2006). Vilken av dessa effekter, d.v.s. ökad växthuseffekt eller minskad instrålning, som en ökad halt av vattenånga kan leda till beror på många olika faktorer och är därmed väldigt svårt att förutspå.

Överhuvudtaget är klimatsystemens återkopplingar, dvs. förändringar som framkallar följd effekter som antingen förstärker eller försvagar den ursprungliga förändringen, svåra att förutsäga. Ett exempel på återkoppling är att en förhöjning av temperaturen, till följd av högre halter växthusgaser (främst koldioxid), kan leda till att havens förmåga att ta upp koldioxid reduceras. Detta i sin tur leder till att halten koldioxid blir ännu större än vad den var från början (Bernes 2003).

2.2.1 Växthusgaser

De gaser som absorberar jordens värmeutstrålning kallas alltså växthusgaser. Bland dessa räknas bl.a. vattenånga, koldioxid, metan, ozon, dikväveoxid och de av människan tillförda CFC-föreningar (klorflourföreningar). Den viktigaste växthusgasen är i särklass vattenånga som står för mellan 60-80 % av växthuseffekten (Bogren *et al.* 2006). Däremot är koldioxid den viktigaste antropogena växthusgasen och den av människan orsakade växthuseffekten beror till största del av en ökad mängd koldioxidutsläpp. De resterande växthusgaserna utgör tillsammans endast en liten del av den totala växthuseffekten, men är ändå av stor betydelse.

Olika växthusgaser är olika effektiva ur uppvärmningssynpunkt. Faktorer som påverkar deras effektivitet är bland annat förmågan att reflektera och absorbera IR-strålning, d.v.s. den värmeutstrålning som kommer från jorden, och gasernas livslängd i atomsfären. För att kunna jämföra olika växthusgaser och göra en samlad bedömning av dessa har IPCC tagit fram s.k. GWP-faktorer (Global Warming Potential). Denna faktor anger hur den aktuella gasens växthuseffekt är jämfört med växthuseffekten av samma mängd koldioxid. Vid omräkning får man fram en s.k. koldioxidekvivalent. Trots en relativt liten koncentration kan alltså uppvärmningseffekten vara betydande.

De viktigaste växthusgaserna som jordbruk och skogsbruket orsakar är koldioxid, metan och dikväveoxid och därför följer en kort beskrivning av dessa samt vattenånga nedan.

Koldioxid (CO₂) är som nämnt den viktigaste växthusgasen. Gasen bildas vid förbränning och förmultning av träd och växter. Den naturliga koldioxiden är neutral ur klimatsynpunkt. Växterna tar nämligen upp (genom fotosyntesen) lika mycket koldioxid under sin livstid som de släpper ut när de dör. Andra naturliga koldioxidkällor är djurspillning och vulkanutbrott.

Koldioxiden från de fossila bränslena rubbar däremot den naturliga balansen och skapar ett överskott som kraftigt bidrar till den förstärkta och av människan orsakade växthuseffekten. Även avskogning kan ge ett ökat tillskott av koldioxid i atmosfären om inte samma mängd avverkad skog återplanteras. Koldioxid har en livslängd på cirka 120 år i atmosfären.

Metangas (CH₄) bildas när organisk materia bryts ner i syrefri miljö (d.v.s. vattenmättade miljöer) och därför kan våtmarker vara en källa till naturliga utsläpp (Warfvinge 1997). Skogsbruket kan genom sin påverkan av markens hydrologi genom diktning därmed också påverka bildandet av metan. Även boskapsdjur släpper, via deras foderspjäлкning, ut metangas. Andra källor till metan kan vara utvinning av fossila bränslen och soptippar. Mängden metan som släpps ut är relativt liten jämfört med koldioxid. Men då gasen har cirka 21 gånger så stor klimatpåverkan (GWP 21) är den ändå viktig.

Dikväveoxid (N₂O), även kallad lustgas, finns endast i låg koncentration i atmosfären, men gasen är cirka 300 gånger så effektiv som koldioxid (GWP 310). Genom sin stora uppvärmningseffekt spelar den alltså en stor roll för den sammanlagda växthuseffekten. Liksom metan bildas dikväveoxid i vattenmättade miljöer, men tillgången till nitrater behöver även vara god. En källa kan därmed vara bördiga marker med ett högt kväveinnehåll. Människan bidrar till den ökade koncentrationen av lustgas främst genom kvävegödning (EUa 2007) och förbränning av fossila bränslen.

Vattenånga bidrar i särklass mest till den naturliga växthuseffekten. Människan står endast för en liten del av utsläppen av vattenånga.

2.3 Klimatproblematiken

Att människans utsläpp av växthusgaser påverkar atmosfärens kemiska sammansättning och på sikt även kan komma att ändra klimatsystemet är idag ganska tydligt. FN:s klimatpanel, IPCC, är eniga om att utsläppen av koldioxid påverkar klimatet och om inga åtgärder vidtas kan konsekvenserna vara allvarliga klimatförändringar med bland annat omfattande kostnader för skador som följd. Utsläppen beror till största del av förbränning av fossila bränslen (olja, naturgas och kol) och den omfattande avskogningen som äger rum i stora delar av världen (IPCC 2001). Utsläppen har medfört en kraftig ökning av atmosfärens halt av koldioxid jämfört med förindustriell tid. Idag är koncentrationen av koldioxid cirka 380 ppm (part per million), jämfört med 280 ppm innan industrialiseringen (IPCC 2007). Koncentrationen av koldioxid verkar dessutom öka snabbare sedan man började med att mäta koncentrationen direkt i atmosfären. De senaste 10 åren har den genomsnittliga ökningen varit cirka 1,4 ppm per år (IPCC 2007). De globala genomsnittliga CO₂ utsläppen, orsakade av förbränning av fossila bränslen, var under 1990-talet 23,5 GtCO₂ per år och dessa har ökat till cirka 26,4 GtCO₂ per år sedan 2000 (IPCC 2007). Andra växthusgaser, så som metan, kvävedioxid och fluorhaltiga ämnen, släpps också ut i betydligt större kvantiteter idag.

Enligt IPCC har den globala medeltemperaturen ökat med 0,74 °C under de senaste 100 åren (IPCC 2007). Globalt sett var 1990-talet det varmaste årtiondet sedan regelbundna mätningar av temperaturen infördes 1861. Hösten 2006 var enligt rapporter den varmaste i Europa på 500 år. För att uppnå EU:s mål att begränsa temperaturhöjningen med 2 °C krävs det dock att koncentrationen av koldioxid inte överstiger 400 ppm (Naturvårdsverket a 2007).

En högre temperatur kan, som nämnts, dessutom leda till att världshavens förmåga att binda koldioxid försämras med ytterligare högre halt av CO₂ i atmosfären som följd. Den globala uppvärmningen kan även leda till höjning av havsnivån och förändrad hydrologisk cykel, vilket kan innebära mer nederbörd på vissa ställen medan andra drabbas av torka, och även en ökad spridning av infektionssjukdomar så som malaria (Warfving 1997)

För att sammanställa det globala kunskapsläget för klimatförändringarna upprättades 1998 FN:s klimatpanel (IPCC). Organisation utvärderar även vilka följder förbrukning av fossila bränslen och andra aktiviteter kan få för klimatförändringen.

Tidigare i vår publicerade IPCC en delrapport från den fjärde rapporten om klimatförändringar, som beräknas vara klar i november i år. I denna delrapport skrevs det bland annat att, trots en stabilisering av utsläppen av växthusgaserna kommer den globala

temperaturhöjningen, liksom höjningen av havsytan att fortsätta under århundraden (IPCC 2007).

Enligt klimatscenarier för norra Europa framtagna av SMHI (Rossby centrum) (SMHI 2007) kan vi vänta oss en högre temperatur, men även längre växtsäsong och mer nederbörd. Detta skulle kunna leda till att jordbruket inom Norden får en högre avkastning och att nya grödor kan introduceras. Men det kan även få negativa konsekvenser i form av t.ex. invasion av skadeinsekter (Westin 2007).

2.3.1 Stern rapporten

Världsbankens tidigare chefsekonom Nicolas Stern lade hösten 2006 fram en ekonomisk analys av klimatförändringarna. Analysens slutsats var att om ingenting görs snart kommer klimatförändringen att orsaka allvarliga störningar för världsekonomin. Enligt rapporten kan varje ton koldioxid som släpps ut orsaka skador för minst 85 dollar (dvs. i nuläget cirka 570 svenska kronor). Dessa skador hade dock kunnat förhindras genom förebyggande arbete, t.ex. ny teknik, för att minska dessa utsläpp till en kostnad av högst 25 dollar (cirka 170 kronor) (Stern 2006) Detta innebär att det är dyrt att vidta åtgärder för att begränsa utsläppen av växthusgaser, men om ingenting görs kommer dessa kostnader att bli ännu större och att det kan vara värt att inte ha ett alltför kortsiktigt perspektiv gällande vad som bör göras eller inte göras.

2.3.2 Åtgärder för minskade utsläpp av växthusgaser

2.3.2.1 Internationellt samarbete-Kyotoprotokollet

I december 1997 undertecknades ett avtal, det s.k. Kyotoprotokollet av ett fyrtiotal industriländer. Enligt detta avtal förbinder sig dessa länder (även kallade Annex 1-länder) att under perioden 2008-2012 minska sina utsläpp av växthusgaser med ca 5 % i genomsnitt från 1990 års nivå. De växthusgaser som ingår är förutom koldioxid även metan, dikväveoxid, fluorkolväten, perfluorkolväten och svavelhexafluorid. Fördelningen mellan olika länder varierar dock t.ex. åtog USA sig att minska sina utsläpp med 7 % medan Europa ska minska sina utsläpp med 8 %. Inom Europa är fördelningen olika mellan olika länder t.ex. ska Tyskland minska sina utsläpp med 21 % och Storbritannien med 12.5 %, medan andra länder faktiskt får öka sina utsläpp t.ex. Sverige med 4 % och Grekland med 25 %. Utvecklingsländer så som Kina, Indien och Brasilien har inte samma krav på sig som i-länderna att begränsa sina utsläpp. Det finns dock en del projekt, som ingår i s.k. flexibla mekanismer (se nedan för förklaring) som de kan ingå i. Projekten innebär bland annat att Annex-1 länderna gör en del av sina minskningar i dessa u-länder. IPCC uppskattar dock att även om koldioxidutsläppen bibehålls på 1994 års nivå kommer en nästintill konstant ökning av koncentrationen i atmosfären att ske i 200 år framöver. Detta innebär en koldioxidhalt av cirka 500 ppm d.v.s. nästan en fördubbling av förindustriell tids koncentration och innebär att EU:s mål att begränsa temperaturhöjningen till 2°C inte uppnås (UNFCCC 2007).

I Kyotoprotokollet talas det om tre flexibla mekanismer som används som verktyg för att minska utsläppen av växthusgaser (SNF a 2007). **Gemensamt genomförande** (Joint Implementation, JI) innebär att Annex-1 länderna har möjlighet att genomföra åtgärder i andra länder, som har åtagande enligt Kyotoprotokollet, och tillgodoräkna sig denna minskning av utsläpp. **Mekanismen för ren utveckling** (Clean Development Mechanism, CDM) innebär att Annex 1-länderna genomför projekt i länder utan egna åtaganden i Kyotoprotokollet, vilka i allmänhet innebär utvecklingsländer. Att projektet bidrar till hållbar utveckling i värdländerna

är en förutsättning. **Handel med utsläppsrätter** som är ett system för handel med rättigheter att släppa ut växthusgaser. Detta innebär att ett företag som släpper ut mindre än vad det har rätt att göra kan sälja resterande rätt till något annat företag som har förbrukat sin utsläppskvot. Utsläppshandeln gör det möjligt att genomföra utsläppsminskningar i det land och i den anläggning där det kostar minst (UNFCCC 2007).

För att Kyotoprotokollet skulle träda i kraft krävdes att det ratificerades (godkännas) av 55 stater, som tillsammans representerar minst 55 % av växthusgasutsläppen på jorden. Då Ryssland och USA tillsammans svarar för mer än 50 % av industriländernas utsläpp var åtminstone ett av dessa länder tvunget att godkänna protokollet för att detta skulle gälla. Avtalet började gälla i början av 2005, efter att Ryssland slutligen godkände det. USA och Australien har fortfarande inte ratificerat avtalet. Anledningen till att USA inte har gett sitt godkännande är bland annat avsaknad av åtagande bland u-länderna att begränsa sina utsläpp samt att avtalet kan ha en negativ effekt för landets ekonomi. Avtalet gäller endast fram till och med 2012 och därefter behövs ett nytt klimatavtal för att begränsa växthusgaserna. I dagsläget är USA det land som släpper ut mest växthusgaser, men Kina beräknas snart gå om. Detta p.g.a. landets snabba ekonomiska utveckling, som även innebär en snabb ökning av utsläpp av växthusgaser. Och Kina är inte ensam bland utvecklingsländerna att ha en snabb ekonomisk tillväxt, till största del p.g.a. av en omfattande export till väst.

2.3.2.2 Sveriges arbete

Ett av Sveriges 16 miljömål, för vägledning av miljöpolitiken och för att uppnå en ekologisk hållbar utveckling, är begränsad klimatpåverkan. Det nationella klimatmål lyder: *"Halten av växthusgaser i atmosfären skall i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet skall uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras"* (Miljömål 2006).

Klimatmålet, som Naturvårdsverket ansvarar för, innebär alltså att Sverige ska minska sina utsläpp av växthusgaser, som uppgick till cirka 52 miljoner ton koldioxid år 2005 (Naturvårdsverket b 2007). Fram till 2012 skall utsläppen ha minskat med 4 % relativt till 1990 års nivå. Regeringen anser även att en minskning med 25 % relativt 1990's års utsläppsnivå bör vara rimligt fram till år 2020 (Regeringen 2005). Detta innebär att på lång sikt skall utsläppen vara lägre än 4,5 ton koldioxidekvivalenter per person och år. Idag uppskattas en medelsvensk släppa ut cirka 6 ton per person och år. Klimatmålet skall uppnås utan att tillgodoräkna s.k. kolsänkor, t.ex. genom skogsplantering eller med flexibla mekanismer. För att uppnå det krävs därför andra lösningar, varav den viktigaste är att ersätta dagens fossila bränslen med förnyelsebara.

2.3.2.3 Näringsliv och privatpersoner

Massmediers uppmärksammande av de miljöproblem, däribland klimatpåverkan, som vår höga konsumentnivå och energianvändning innebär en högre medvetenhet hos dagens konsumenter vilket även leder till allt högre miljökrav på företag och de varor de producerar eller tillhandahåller.

Tidigare i vår presenterade organisationen Respect Europa projektet "Näringslivets klimatupprop". Projektet innebär att företag, som på sikt vill arbeta med att bli klimatneutrala kan få hjälp och stöd med att dels kartlägga vad inom verksamheten som släpper ut koldioxid och beräkna sin klimatpåverkan dels ta fram åtgärdsförslag, med fokus på att minska energiförbrukningen i fastigheter och transport (Respect 2007). Kvarvarande utsläpp som inte

kan reduceras via åtgärder inom verksamheten kan kompenseras (genom s.k. kompensations åtgärder) via inköp av t.ex. utsläppsrätter eller certifikat att utsläppsminskningarna har gjorts på annan plats. Målet är att ta fram en modell som kan appliceras på såväl små, medelstora som stora företag. I nuläget har ett 40-tal företag, bland annat LRF (Lantbrukarnas Riksförbund) antagit utmaningen "Näringslivets klimatupprop" (Respect 2007), vilket innebär att de skrivit under målet att minska sina utsläpp med 30 % fram till år 2020 och med 60-80 % till år 2050 (Respect 2007).

Det finns även en hel del olika koldioxidkalkylatorer som företag, men även privatpersoner kan använda för att beräkna hur stor ens klimatpåverkan är. Bland annat har företaget Consitio Klimatbalans (men även Naturvårdsverket) tagit fram en kalkylator främst gällande hur mycket koldioxid olika aktiviteter släpper ut. Som företag (eller privatperson) kan du sedan få ett förslag på hur mycket det skulle kosta att neutralisera detta utsläpp t.ex. genom koldioxidsänkor, genom plantering av träd, eller CDM. Tillskillnad från CDM och andra klimatkompensationer som är styrda av FN och följer tydliga regler saknar de s.k. frivilliga vägarna ett globalt register. Consitio tar i nuläget cirka 220 kronor för att kompensera ett ton CO₂ (Consitio 2007). Köper man däremot en utsläppsrätt genom Naturskyddsföreningen och därmed bidrar med att antalet utsläppsrätter inom EU minskar får man betala 450 kr/tonCO₂ (SNF b 2007).

Även som privatperson kan man få hjälp med att bidra till kampen mot klimatpåverkan. Bland annat genom Europakommissionens kampanj "du kan påverka klimatförändringen" (EU b 2007). Detta genom att beräkna hur mycket koldioxid man bidrar med och även få idéer på hur man kan minska sitt s.k. koldioxidfotavtryck. Även Stockholm stad har tagit fram en modell där hushåll kan ta fram sin växthusgasprofil (Stockholm stad 2007) och sedan få tips på hur man kan minska den egna klimatpåverkan.

2.4 Antropogen påverkan av kolets kretslopp

Flera processer som människan är involverad i ger upphov till koldioxidutsläpp och endast de som kan tänkas vara förknippat med verksamheten inom Högestad, d.v.s. för jordbruk och skogsbruk, tas upp i följande kapitel.

2.4.1 Energiförbrukning

Av människans aktiviteter är det främst vårt användande av fossila bränslen för energi som orsakar koldioxidutsläpp. År 2005 stod t.ex. energisektorn inklusive transporter för cirka 90 % av de totalt koldioxidutsläppen, som uppgick till cirka 52 miljoner ton, som i sin tur utgjorde ca 77 % av de totala växthusgasutsläppen (Naturvårdsverket b 2006). Men i ett internationellt perspektiv ligger Sverige under genomsnittet (i EU och OECD) av koldioxidutsläpp (både per capita och per enhet BNP). En bidragande faktor är att andelen fossila bränslen har minskat sedan 1970-talet och ersatts av kärnkraft, biobränslen och vattenkraft (Ekonomifakta 2006).

Det kol som växter och gröna alger bundit in och som sedan under flera miljoner år omvandlats till kol, olja och gas (dvs. fossila bränslen) återförs nu till atmosfären genom förbränning av dessa. Det som leder till en förhöjning av halten koldioxid i atmosfären är att naturen inte hinner binda denna koldioxid, som varit borta från kolets kretslopp under en lång tid, i samma takt som tillförseln sker.

Förbränning av *fossila bränslen* (och även bibränslen) har mycket gemensamt med vad som händer då organiskt material förmultnar, vilket innebär att kolföreningarna som bränslena är uppbyggda av splittras och kolet förenas med syret i luften och koldioxid bildas. Nedbrytningen blir fullbordad då bränslena brinner upp (Bernes 2003). Vid förbränning av fossila bränslen bildas förutom koldioxid även andra gaser (kolmonoxid, kväveoxider och flyktiga organiska ämnen (s.k.VOC)), som indirekt bidrar till växthuseffekten.

Inom jordbruket och skogsbruket är det främst arbetsmaskinernas och godstransportens bränsleförbrukning, med diesel och bensin, som ger upphov till koldioxidutsläpp. Och ju mer dessa används desto mer utsläpp. Dessvärre har såväl personresor som godstransporter ökat under de senaste årtiondena och denna utveckling avtar troligtvis inte. Andelen väg- och flygtransporter har också ökat på bekostnad av järnväg och sjöfart. Detta är inte bra ur koldioxidsynpunkt då vägtrafiken och i synnerhet flygtrafiken orsakar stora mängder koldioxidutsläpp, till skillnad från tåg som anses ha en liten klimatpåverkan. En annan viktig aspekt är att inga av de fossila bränslen som används i Sverige utvinns här och måste därmed först transporteras hit för att sedan lagras, raffineras och slutligen distribueras. Samtliga led har negativ miljöpåverkan.

Även uppvärmning av byggnader och t.ex. eldrivna maskiner bidrar till jordbrukets och skogbrukets energiförbrukning. Faktorer som kan spela in på energiförbrukningen är bland annat temperatur och nederbörd. Även elförbrukning kan orsaka koldioxidutsläpp, om den produceras av olja och naturgas (Energirådgivningen 2007).

Då man talar om jord- och skogsbrukets energianvändning är det främst den direkta energianvändningen, d.v.s. den energi som används på plats, man syftar på. Men även indirekt energi utgör en viktig del om man ska beräkna en markägares totala klimatpåverkan. Indirekt energi innebär den energi som används t.ex. vid produktion av arbetsmaskiner, gödsel och foder.

En annan viktig aspekt är att för att producera varor går det åt energi och när dessa varor förbrukas blir det *avfall*. Det bästa är ju om mängden avfall som uppkommer är så liten som möjligt och att det i den mån det går återvinns och återförs till det naturliga kretsloppet. Ett område som verkar vara under utveckling är energiåtervinning av det avfall som förbränns (CEM 2007). Denna process kan vara positiv ur koldioxidsynpunkt förutsatt att den producerade energin kan ersätta fossila bränslen.

Alternativ till fossila bränslen och som idag utgör cirka 18 % (Energimyndigheten 2006) av Sveriges totala energitillförsel är *biobränslen*, som även kallas förnyelsebara bränslen. Den koldioxid som frigörs vid förbränningen antas motsvara den mängd som binds in i biomassan vid tillväxt. Detta innebär att så länge uttaget inte är större än tillväxten ger förbränning av biobränslen, tillskillnad från fossila bränslen inget långsiktigt nettotillskott av koldioxid. Biobränslen kan därför vara ett bra alternativ till fossila bränslen. Förutsatt att det inte krävs stora mängder hjälpenergi som inte är biobränsle.

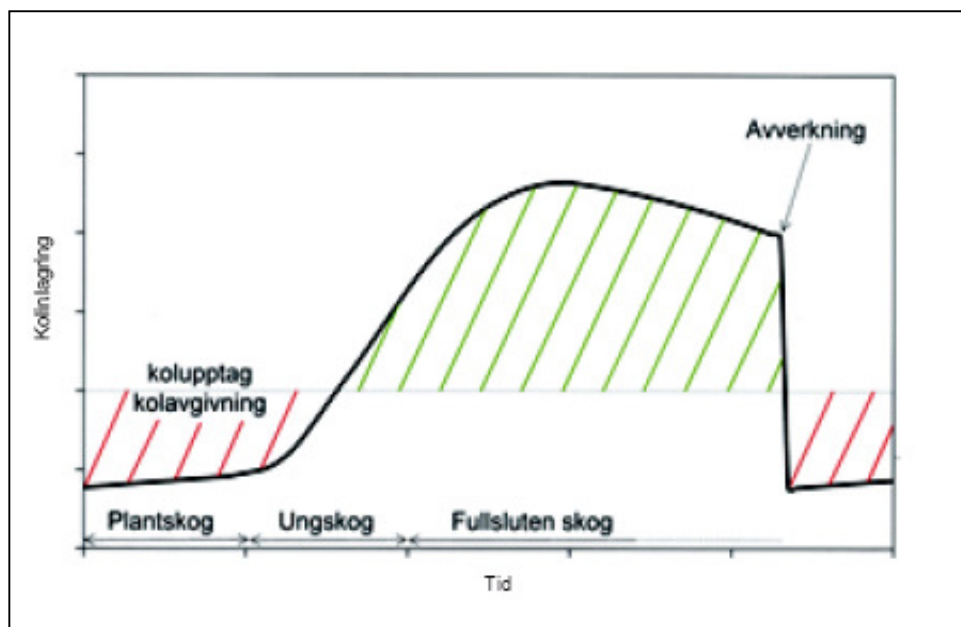
2.4.2 Markbearbetning (skogsskötsel och odlingsmetoder)

Sveriges naturliga landekosystem utgörs till största del av lövskog och barrskog. Men det svenska landskapet är starkt präglad av människans aktivitet t.ex. genom avverkning av lövskog till förmån för odling av spannmål. Trots att klimatet i södra Sverige är mest

gynnsamt för lövträd utgörs en stor del av skogsekosystemen av barrskog p.g.a. plantering av träd, främst gran.

Då jordbruksmark bryts eller vid markbearbetning av skogsmark frigörs en del av kolet som finns lagrat i form av bl.a. humusämnen och organiskt material och omvandlas till koldioxid. Men koldioxid kan även bindas in i marken och biomassa när det organiska materialet ökar i form av t.ex. tillväxt av en skog. Gödsling av skogsmark kan därför resultera i att upptaget av koldioxid ökar p.g.a. ökad tillväxt (Bergh *et al.* 1999).

Beroende på val av trädslag, då olika trädslag tar upp olika mycket koldioxid, och skötselåtgärder kan alltså kolflödet inom skogsbruket påverkas. Generellt tar ett träd även upp olika mycket koldioxid under sin livstid, litet upptag under de första åren för att sedan efter ett visst antal år nå sitt max för att sedan ligga relativt stabilt tills det att avverkningen sker eller successivt avstannar p.g.a. av ålder. Det är därför av betydelse när avverkningen sker och hur gammalt skogsbeståndet är, vilket figur 2 visar.



Figur 2. Visar hur kolinlagring kan se ut under en omloppstid. Det grönstreckade området visar att skogen tar upp mer koldioxid än vad den avger, medan röstreckade området visar på motsatta förhållanden. Figuren är hämtad från Bergh *et al.* 2000.

Den naturliga utvecklingen i en skog innebär att ju äldre en skog blir desto långsammare produceras ny biomassa, koldioxidupptaget blir långsammare medan respirationen ökar. Tillsist uppstår jämvikt mellan de levande trädens tillväxt och de dödas förmultnande. Skogen upphör då att fungera som en koldioxidsänka (Bernes 2003), vilket innebär att en skogs koldioxidupptag långsiktigt är begränsat.

Omsättningen av kol i jordbruksmark kan variera beroende på vilken gröda som odlas då olika grödor kräver olika skötselåtgärder. T.ex. kan antalet skördar och jordbearbetnings tillfällen variera och förutom att kolet i marken påverkas har detta även betydelse för bl.a. energiförbrukningen då fler skördetillfällen också innebär mer bränsleförbrukning.

Att torrlägga en våtmark, för att t.ex. bedriva skogsbruk, är en annan antropogen påverkan som kan leda till en ökning av koldioxidutsläpp (Christensen & Keller 2002). En studie visar t.ex. att majoriteten av Sveriges dikade skogsmarker är just en källa till koldioxid och sammanlagt släpper ut cirka 10 miljoner ton CO₂ varje år (Arnold von 2004). En intressant aspekt är dock att torrläggning av en våtmark också kan leda till en minskad metanavgång (Christensen & Keller 2002).

2.4.3 Djurhållning

Djurens bidrag till utsläpp av växthusgaser är egentligen en naturlig process, men då husdjuren finns för vårt behov kan utsläppen från husdjuren ändå räknas till utsläpp orsakade av människans aktivitet. Djurhållning innebär relativt små direkta utsläpp av koldioxid, om man bortser från att husdjuren kan påverka vegetation och mark genom t.ex. betning och den energi det krävs för skötsel, i form av t.ex. fodertransport.

Husdjurens bidrag är däremot större då andra växthusgaser så som metan och dikvävedioxid betraktas. Majoriteten av de svenska utsläppen av metan, som 2004 uppgick till cirka 157 000 ton (Westin 2007) kom från jordbruket och då främst från djurens foderspjäлкning och gödselhantering. Vid djurens foderspjäлкning uppstår metan genom anaerob nedbrytning av växtfödan. Förenklat innebär nedbrytningen att det organiska material (d.v.s. cellulosa, hemicellulosa, protein, fett) som födan består av, med hjälp av bakterier bryts ner till enklare sockerarter, aminosyror och lägre fettsyror. Sedan fortsätter nedbrytningen med hjälp av metanbildande bakterier och lösliga fettsyror, koldioxid och metan bildas. Olika djurslag producerar olika mycket metan, vilket bland annat beror på skillnader i föda och ämnesomsättning. Idisslare, t.ex. kor som visas i figur 3, är t.ex. bra på att utnyttja de metanbildande bakterierna för nedbrytning av föda (gräs och andra växter) och orsakar därför stora utsläpp av metan.



Figur 3 visar kor på bete i ett område i närheten av Högestad

3. METOD

Informationsinsamling till studien skedde genom litteraturstudier, sökning på Internet samt genom kontakt med sakkunniga personer. Beräkning av utsläpp inom verksamhetens olika områden skedde med hjälp av standardiserade metoder, då möjligt, och lämpliga emissionsfaktorer. Valda omvandlingsfaktorer och emissionsfaktorer presenteras i resultatdelen medan motiveringen till dessa återfinns i diskussionsdelen.

Fokus har varit på att beräkna emissioner av koldioxid, förutom för djurhållning då beräkningar har gjorts av metanemissioner. Metan är en betydligt kraftfullare växthusgas än koldioxid och för att kunna jämföra utsläppen av metan med utsläppen för koldioxid har metanemissionerna räknats om till koldioxidekvivalenter.

Vidare bör nämnas att en koldioxidbudget egentligen endast bör innefatta det som sker inom verksamheten, d.v.s. aktiviteter på plats som bidrar till utsläpp/upptag av CO₂. Något som inte efterföljdes i detta arbete. En tydligare rumslig gräns hade varit att föredra, men med hänsyn till informationen från Högestad har även andra faktorer, t.ex. bränsleförbrukning för transport av varor som exporteras och som endast indirekt påverkar verksamhetens klimatpåverkan, inkluderats i budgeten, medan andra, t.ex. energiförbrukning vid produktion av maskiner, har utelämnas främst p.g.a. brist på information och tid.

3.1 Utformning av frågeformulär

Ett frågeformulär togs fram för att få en uppfattning om vad, inom Högestad, som bidrar till koldioxidutsläpp. Frågorna som ingick finns i appendix. Huvudfokus lades på energi- och transport (bränsle) frågor, då det är inom dessa sektioner som de största källorna till utsläpp av fossilt koldioxid i dagsläget finns. Då verksamheten inom Högestad omfattar såväl skogsbruk och jordbruk som fastigheter och viltvård delades frågeformuläret in i avsnitt efter de olika verksamhetsområdena. Vidare delades frågeformuläret även in i avsnitten; arbetsmaskiner/fordon, transport med underkategorierna personal/import/export och avfall.

3.2 Källor och parametrar

I de fyra första avsnitten, som berörde Högestads olika verksamheter, granskades bland annat typ och area av markanvändning (t.ex. skogs- eller åkermark), vidtagna skötselåtgärder inom dessa områden, de egna fastigheternas energiförbrukning samt antal djur och användningsområde för djuren. I de resterande tre avsnitten granskades främst verksamhetens direkta och indirekta energiförbrukning. Direkta utsläpp innebär t.ex. bränsle till arbetsmaskiner som används på plats medan indirekta utsläpp innebär t.ex. produktion av konstgödsel på annan plats som sedan används inom verksamheten.

För att ta fram lämpliga parametrar som kunde användas vid beräkningen av verksamhetens koldioxidbudget gjordes dels en litteratursökning inom ämnesområdet dels togs kontakt med

sakkunniga personer. Parametrarnas kvalitet värderades utifrån källa, d.v.s. hur parametern tagits fram och i vilket sammanhang parametern tidigare använts, men också med hänsyn till hur applicerbar parametern var i denna studie. För att på ett lättöverskådligt sätt se hur tillförlitliga parametrarna är värderades kvaliteten med fyra olika betyg från mycket bra (+++), som innebär att andra studier med uppmätta värden gjorts på använda faktorer och anses vara tillförlitliga (++) , (+) till dålig (-), som innebär att använda faktorer endast är ett uppskattat och antaget värde, som dessutom inte är särskilt tillförlitligt.

3.3 Beräkningsformler

Modellen togs fram utifrån svaren från frågeformuläret och tillgången av parametrar (omvandlingsfaktorer och emissionsfaktorer) och delades in med hänsyn till koldioxidkällor/sänkor i sektionerna:

Energiförbrukning, uppdelat i bränsleförbrukning, vilket innefattar transport och arbetsmaskiner (källa) och elförbrukning/uppvärmning (källa). **Processer**, som innefattar djurhållning (CO₂-ekvivalenter, då djuren till största del orsakar metanutsläpp), avfall (utsläpp från förbränning) och konstgödsel/bekämpningsmedel (utsläpp från produktion) (källa). **Ekosystem**, uppdelat i skog, åkermark, betesmark och våtmark (sänka).

Vid beräkningen av hur mycket koldioxid verksamheten släpper ut respektive tar upp användes svaren från frågeformuläret, dvs. värden från Högestad. Då svar saknades användes ett antaget värde, oftast genomsnittsvärde, hämtat från litteratur inom området. Likaså användes omvandlingsfaktorer och emissionsfaktorer hämtade från tidigare studier och som antogs vara mest lämpliga för denna studie.

Beräkningsformler som användes var:

”Omvandlingsenhet” = värdet från Högestad * omvandlingsfaktor 1

CO₂-ekvivalenter = omvandlingsenhet * omvandlingsfaktor 2 (emissionsfaktor)

Omvandlingsfaktor 1 innebär något som kan omvandlas till en omvandlingsenhet som tillsammans med känd emissionsfaktor (eller omvandlingsfaktor 2) kan användas för att beräkna CO₂-emissioner (tonCO₂/år), d.v.s. hur mycket koldioxid som släpps ut respektive tas upp inom verksamheten. T.ex. hur mycket utsläpp genererar förbränningen av 1000 liter diesel?

Vid omräkning av metanemissioner till GWP (global warming potential) används aktuell omräkningsfaktor som omvandlingsfaktor 2 (se tabell 6).

3.4 Jämförelse med andra aktiviteters/verksamheters koldioxidutsläpp

För att få en uppfattning om verksamhetens påverkan av vårt klimat i form av koldioxidutsläpp relativt till annan verksamhets eller aktivitets koldioxidutsläpp gjordes även en jämförelse med andra aktiviteter och verksameters koldioxidutsläpp.

4. RESULTAT

I avsnittet presenteras en sammanfattning av värdena från Högestad, d.v.s. svaren från frågeformuläret, valda omvandlingsfaktorer, emissionsfaktorer och beräknad koldioxidbudget. Även en kvalitetsbedömning av beräkningarna samt resultatet av beräknad mängd koldioxid (ton/år) som verksamheten släpper ut respektive tar upp kommer här att presenteras.

4.1 Svar till frågeformuläret

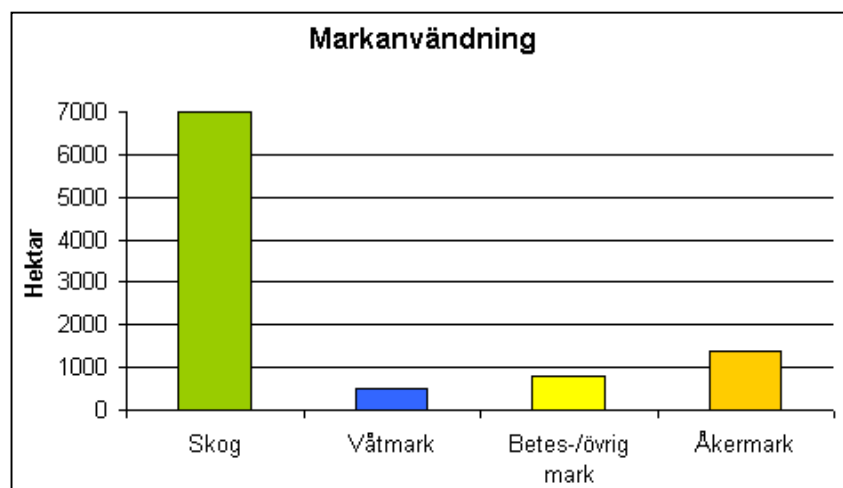
Svaren till frågeformulären kan ses i sin helhet i appendix (s. 45) men en sammanfattning ges i detta avsnitt. Vilken typ av markanvändning och dess area som finns inom verksamheten kan ses i tabell 1. För att få en uppfattning av hur stor andel, i hektar, av verksamhetens totala yta de olika markanvändningsområdena utgör se figur 4.

I del I (jordbruk, appendix, sida 1-5) angavs bland annat att av den totalt jordbruksmarken på cirka 1 373 ha ligger 90 ha i träda med en genomsnittstid på 5 år. Grödor som odlas är bland annat höstraps, råg och vall. Jordbruksmarken utgörs till största del av jordarterna lerig mo och lerig sand (ler- och sandjordar). Majoriteten av den gödsel som används inom verksamheten utgörs av naturgödsel (4 594 ton) medan ”endast” 551 ton konstgödsel används. Mängden bekämpningsmedel är cirka 5 500 liter. Ingen konstbevattning används inom verksamheten. Alla grödor förutom rörflen skördas varje år och den generella arbetsgången är först plöjning (ca 25 cm) följt av ringvält (crosskill) och sådd. Därefter sker gödsling och besprutning med bekämpningsmedel och slutligen skörd.

I del II (skogsbruk, appendix, sida 6-8) angavs att den totala ytan av skogsmark utgör 6 979,2 ha varav barrskog utgör 3 870,4 ha och lövskog 3 130,3 ha. Avverkningen för 2006 antas vara cirka 41 452 m³fub (m³ fast mått under bark) för barrträd och 6 562 m³fub för lövskog. Av avverkad barrskog blir 23 642 m³fub massaved, som används vid produktion av pappersmassa, och 17 810 m³fub går till sågstock och kubb, som används t.ex. som byggnadsmaterial, och av avverkad lövskog blir 4 702 m³fub massaved och 1 860 m³fub sågstock och kubb. Skogsmarkens underliggande jordarter utgörs av isälvsand, issjösediment samt morän. De olika stegen från hyggesfas till slutavverkning inleds med markberedning och plöjning. Efter 6 och 14 år sker röjning och efter 23, 29 och 35 år sker gallring. Vilket alltså innebär att vart sjätte år gallras ca 20 % av skogsbeståndet, förutom de sista 15 åren då ingen avverkning sker. Hur gamla träden är när slutavverkningen sker varierar för de olika bestånden.

Tabell 1 visar arean av markanvändning inom Högestad, samt hur stor avverkningen av skog var år 2006

Markanvändning		Area (ha)		Avverkning (m ³ fub/år)
Skog	Barrskog	3 870,4	7 000,7	41 452
	Lövskog	3 130,3		6 562
Åkermark	Höstraps	231	1 425,7	
	Höstvete	235		
	Råg	408		
	Socketbetor	117		
	Vall	203		
	Vårvete	118		
	Rörflen	12		
	Salix	11,5		
Betesmark		283,6		
Våtmark		480		
Övrig mark		500		



Figur 4 visar hur stor andel, i hektar, av verksamhetens totala yta de olika markanvändningsområdena utgör

Del III (fastigheter/byggnader, appendix, sida 9-16) gav endast svar om verksamhetens totala elanvändning, som var 804 897 kWh/år, exklusive uppvärmning, samt area per uppvärmningssystem för verksamhetens företags- och bostadsfastigheter, se tabell 2. Uppvärmning av fastigheterna sker till största del genom en central halmeldad värmeanläggning. Den centrala värmeanläggningen har en förbrukning på ca 990 000 kg

halm/år, som förutom uppvärmning även används till en varmluftstork. En oljepanna finns som reserv. Ingen mer specifik information gällande vad som förbrukar el inom verksamheten kunde ges.

Tabell 2 visar elförbrukning samt arean av de olika uppvärmningssystemens användning

Elförbrukning (exl uppvärmning)			Elmängd (kWh/år)	
		företagsfastigheter		769 871	804 897
	bostadsfastigheter		35 026	
Uppvärmningssystem Personalbostad/kontor)			Area (m ²)	Energiförbrukning
	Biobränsle	Halm	150	
		pellets	150	
	Eldrift		220	
	Centralvärme	Bostad/kontor	240	
		verkstad	125	
Olja			0	
Central halmeldad värmeanläggning	Används både till uppvärmning av fastigheter och varmluftstork			990 000 kg halm/år

I del IV (viltvård/djurhållning, appendix, sida 17-19) framgick att det inom verksamheten finns rådjur, vildsvin, dovhjort och kronhjort. Endast antalet avskjutna djur under 05/06 kunde redovisas. De boskapsdjur som finns inom verksamheten utgörs av nötkreatur med en majoritet av kvigor och tjurar yngre än ett år, samt am/dikor d.v.s. kor som huvudsakligen används för uppfödning av kalvar. Se tabell 3 för antal boskapsdjur och avskjutna viltdjur.

Tabell 3 visar antal boskapsdjur och vilt (avskjutna djur)

Boskapsdjur	antal	Vilt	antal
Kvigor < 1 år	69	Dovhjort	242
Kvigor > 1 år	54	Kronhjort	80
Tjurar < 1 år	65	Rådjur	180
Tjurar > 1 år	5	vildsvin	250
Am/dikor	154		

Del V (maskiner/fordon, appendix, sida 20-22)

visar att majoriteten av de fordon som används inom jordbruket är äldre än 15 år. Inom verksamheten används inga egna skogsmaskiner, men den övriga totala bränsleförbrukningen uppgick till 139 965 liter diesel och 7 368 liter bensen under år 2006.

I del VI (transport, appendix, sida 23-29) framgick det att den sammanlagda färdsträckan till och från arbetet för personalen var 17 131 mil per år och att majoriteten valde att åka ensamma i personbil. Tjänsteresor med bil uppgick till 788 mil/år.

De varor som importerades till verksamheten under år 2006 var främst grödor, gödsel och bekämpningsmedel. Majoriteten av fodret som användes t.ex. betor och vete kom från den egna verksamheten och transporterades därmed endast en kort stäcka. Andra varor transporterades längre t.ex. sockerbetor och konstgödsel som importerades från Italien respektive Island. Största delen av de varor som exporterades var grödor, dock inte specificerat vart exporten skedde. Transportlängden av slaktdjur var relativt kort. Transportmedel för både import och export var lastbil och fartyg.

Slutligen i del VII (avfall, appendix, sida 30-32) angavs mängden avfall, som bland annat utgjordes av 7,17 ton brännbart avfall, 5,26 ton sorterat avfall och 4000 liter oljeslam. Avfallet transporteras till Sysav Malmö där det återvinns eller förbränns.

4.2 Omvandlings- och emissionsfaktorer

För att beräkna olika aktiviteters klimatpåverkan, i detta fall koldioxidutsläpp, används olika parametrar, här omnämnda som omvandlingsfaktor 1 och omvandlingsfaktor 2 (emissionsfaktor). Det är inte alltid omvandlingsfaktor 1 är nödvändig utan då möjligt användes endast omvandlingsfaktor 2 för att beräkna koldioxidemissionerna.

4.2.1 Omvandlingsfaktor 1

Tabell 4 visar källa och kvalitet för omvandlingsfaktor 1, d.v.s. siffran som användes till att omvandla värdet från Högestad till en omvandlingsenhet som tillsammans med en omvandlingsfaktor 2 räknades om till koldioxidemission.

Tabell 4 visar källa och kvalitet för omvandlingsfaktor 1 för energiförbrukning och processer

Sektor			Omvandlingsfaktor 1	Källa	Kvalitet	
Energi-förbrukning	Bränsle	Förbrukning svenskmedelbil	0,87 l/mil	Vägverket 2007	++	
		Förbrukning skogsverksamhet	2,442 l diesel/m ³ fub	SCA 2002	+	
	Transport	Virkestransport /inkl. plantor	3,607 l diesel/m ³ fub	SCA 2002	+	
	Uppvärmning		0,133 MWh/m ²	SCB 2006	+	
Processer	Konstgödsel		1 kg ≈ 1 l diesel	Nilsson <i>et al</i> 2006	+	
	Bekämpningsmedel		1 kg ≈ 1,1 l diesel	Rosen 2007	+	
	Djurhållning			Foderspjälkning/gödselproduktion	Wahlander 2004	+
		Am/Dikor		98/uppgift saknas kg CH ₄ (djur/år)		
		Övr.nötkreatur		50/4,24 kg CH ₄ (djur/år)		
		Svin (vildsvin)		1,6/1,89 kg CH ₄ (djur/år)		
Renar (rådjur, dov- kronhjort)		7/0 kg CH ₄ (djur/år)				

Energiförbrukning

Vid beräkning av mängden drivmedel (liter/år) för personaltransport och tjänsteresor (17131 + 788 mil/år) användes ett medelvärde för bränsleförbrukning på **0,87 l/mil**. Enligt Vägverket är detta en svensk medelbils genomsnittliga bränsleförbrukning (Vägverket 2007).

Enligt en rapport gjord av SkogForsk (branschforskningsinstitutet) är den uppskattade totala bränsleförbrukningen vid skogsverksamheten ca 6 liter diesel/m³fub. Siffran är hämtad från en kartläggning av SCA Skogs verksamhets bränsleförbrukning och emissioner av växthusgaser (SCA 2002). Tabell 5 visar den energianvändningen relaterat till volymen liter diesel/m³fub för olika områden inom skogsbruk som presenterades i rapporten.

För beräkning av energiförbrukningen vid Högestads skogsverksamhet användes siffran **2,442 l/m³fub**, och inkluderade markberedning, röjning, drivning, vägbyggnad, på- och avlastning samt omlastning. För transportens energiförbrukning användes siffran **3,607 l/m³fub**, och inkluderade plantproduktion vidaretransport samt personaltransport.

Endast information om verksamhetens totala elanvändning (MWh/år), exklusive uppvärmning samt area per uppvärmnings-system för Högestads företags- och bostadsfastigheter fanns tillgänglig. För uppvärmning med el av lokaler och bostäder användes därför en genomsnittlig energianvändning på **0,133 MWh/m²** (SCB 2006).

Tabell 5 visar energianvändning relaterat till volym l diesel/m³fub

Energianvändning verksamhet	Relaterat till volym l diesel/m³fub
Markberedning	0,074
Röjning	0,0019
Drivning	1,77
Vägbyggnad	0,45
På- & avlastning	0,14
Omlastning	0,039
Bränsleförbrukning	2,442
Plantproduktion, transport	0,057
Vidaretransport	3,1
persontransport	0,45
Transport	3,607
Sammanlagt	6,049

Processer

Vid produktion av konstgödsel krävs det olika mängd energi beroende på vilken typ av konstgödsel som framställs. Vid produktion av t.ex. 1 kg kvävegödsel antas det gå åt cirka 1 liter diesel (Nilsson *et al* 2006). I en studie gjord i Danmark kom man fram till att det vid produktion av 1 kg bekämpningsmedel (herbicider, fungicider och insekticider) går åt cirka 1,1 liter diesel (Rosen 2007). För att uppskatta hur stor energiförbrukningen var för produktion av den mängd konstgödsel och bekämpningsmedel som användes inom Högestad 2006 användes dessa siffror. Den aktiva substansen i ett bekämpningsmedel utgör endast en del av lösningen som oftast späds ut med vatten. Mängden 360g/l, som är mängden aktiv substans i ett Roundup preparat (Monsanto 2007), valdes att användas som en genomsnittlig andel, trots att andelen är högst varierande för olika preparat, t.ex. är andelen för Amistar 250 g/l (Kemikalieinspektionen 2006).

Omvandlingsfaktor 1 för metanutsläpp för olika djurs mag- och tarmsystem (foderspjälkning) och gödselproduktion har hämtats från en studie gjord av Jordbruksverket (Wahlander 2004). Tillförlitligheten för de olika emissionsfaktorerna för foderspjälkning och gödselproduktion varierar. För nötkreatur och renar (d.v.s. här rådjur, kron- och dovhjort) används nationella emissionsfaktorer, men för övriga användes standardvärden från IPCC (IPCC 1997) då inga svenska studier har gjorts. I brist på studieresultat är kunskapen gällande emissioner av metan från stallgödsel under de förhållanden som råder i Sverige begränsad (Wahlander 2004).

4.2.2 Omvandlingsfaktor 2 (emissionsfaktor)

Tabell 6 visar källa och kvalitet för omvandlingsfaktor 2 (emissionsfaktor), d.v.s. en siffra som ensam eller tillsammans med omvandlingsfaktor 1 kan användas för att beräkna mängden koldioxidemissioner.

Tabell 6 visar kvalitet och källa för omvandlingsfaktor 2

Sektor			Omvandlingsfaktor 2	Källa	Kvalitet
Energiförbrukning	Bränsle	Bensin	2,360 kg CO₂/l	NV c 2007	+++
		Diesel	2,540 kg CO₂/l		
	Godstransport	lastbil	53 gCO₂/tonkm	Lenner 1993	++
		sjöfart	13 g CO₂/tonkm		
	Uppvärmning	El	100 kg CO₂/MWh	NV 2006	+
		Biobränsle	0 kg CO₂/l		
Processer	Avfall		0,305 tonCO₂/ton	Salö 2007	++
	Djurhållning		21 kgCO₂-ekv./kg CH₄	NV 2007	+++

Vid beräkning av utsläppen av koldioxid från bränsleförbrukning av personaltransport och arbetsmaskiner användes emissionsfaktorer från Naturvårdsverket. För bensin är emissionsfaktorn **2,360 kgCO₂/l** och för diesel (miljöklass 1) **2,540 kgCO₂/l** (Naturvårdsverket c 2007). Dessa emissionsfaktorer användes även vid beräkning av koldioxidemissioner vid produktion av konstgödsel och bekämpningsmedel. Olika bränslen innehåller olika mycket kol, vilket gör att mängden bildad koldioxid per energienhet vid förbränning kan variera. Koldioxidutsläppen kan även variera beroende på bränslenas kvalitet, sammansättning och fukthalt (Svensk Energiförsörjning 2003).

Avgasekvivalenterna (medelvärde av emissioner per lasttonkilometer) uppskattas, enligt VTI, till; för lastbil **53 gCO₂/tonkm** och sjöfart **13 gCO₂/tonkm** (Lenner 1993). För lastbil användes det lägsta värdet, vilket var lastbil med släp, fjärrtrafik.

För att beräkna koldioxidutsläppen från verksamhetens elförbrukning användes emissionsfaktor **100 kgCO₂/MWh** (Naturvårdsverket 2006). Siffran är ett genomsnittligt värde för nordisk elmix och tar således inte hänsyn till den faktiska källa som Högestad fick sin el ifrån.

Vid beräkning av energiförbrukning av biobränslen, för verksamheten endast halm och pellets, användes emissionsfaktorn **0 kgCO₂/l** (Naturvårdsverket 2006).

Avfallet som Högestad producerar transporteras till Sysav Malmö och förbränns eller återvinns där. Det antogs att allt producerat avfall från Högestad förbrändes. Emissionsfaktorn **0,305 tonCO₂/tonavfall** användes (Salö 2007). Siffran är baserad på en sammanställning av mängden koldioxid som bildas vid förbränning av avfall hos ISWA (International Solid Waste Association).

Vid beräkning av djurhållningens bidrag till växthusgasutsläpp gjordes en uppskattning av metanemissioner. För att omvandla metan till koldioxidekvivalenter användes omvandlingsfaktorn **21 kgCO₂-ekvivalenter/kg CH₄** (Naturvårdsverket 2007).

4.3 Beräkning av koldioxidutsläpp/upptag

4.3.1 Uppskattning av verksamhetens koldioxidutsläpp

Tabell 7 visar en uppskattning av hur många ton koldioxid de olika sektorerna inom verksamheten släppte ut under år 2006. Utsläppen av koldioxid visas här med positiva värden, till skillnad från upptagen som är negativa.

Tabell 7 visar ton CO₂-utsläpp för verksamhetens olika sektorer under 2006

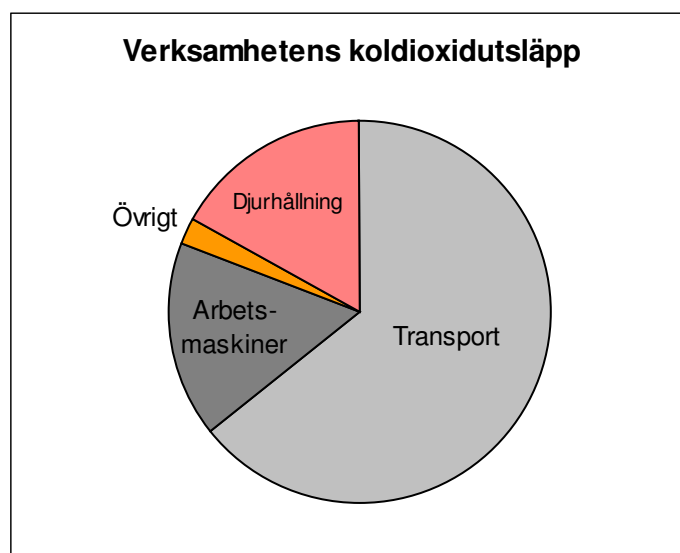
Sektor				CO ₂ - emissioner (ton/år)		kvalitet
Energiförbrukning	Bränsle	Transporter	Personal	+36,8	+2 716	++
			Varor	+2 678,9		+
		Arbetsmaskiner		+707,5		++
	Uppvärmning				+2,93	+
	Elförbrukning				+80,5	+
Processer	Avfall (förbränning)				+5,9	+
	Konstgödsel (produktion)				+1,3	-
	Bekämpningsmedel (produktion)				+5,3	-
	Djurhållning	Nötdjur		+550,5	+650	+
		Vilt		+99,5		
Totala koldioxidutsläpp				≈ +4 166		+

Energiförbrukningen delades in i transporter och arbetsmaskiner och resultatet visar tydligt att det främst är transporten som är den största källan till koldioxidutsläpp. Transporten med lastbil stod för 2 227 tonCO₂, då virkestransportens bidrag på 439 tonCO₂ inte var inkluderad, medan transporten med fartyg endast bidrog med 12 tonCO₂. Transporten av avfall beräknades till endast 0,06 tonCO₂. Den uppskattade bränsleförbrukningen av skogsbearbetningens maskiner d.v.s. underhåll och avverkning, resulterade i 297,8 tonCO₂.

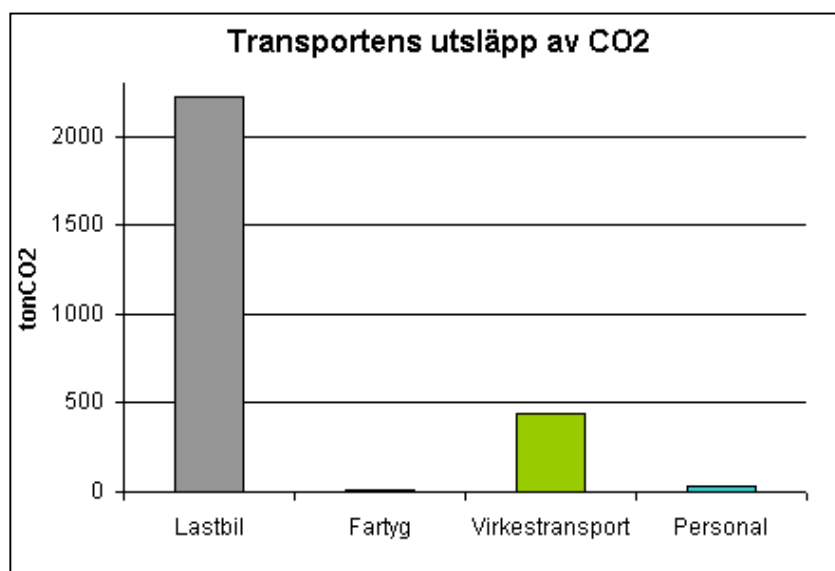
Det som orsakade mest koldioxidemissioner inom elförbrukning/uppvärmning var enligt resultaten främst elförbrukningen (exklusive uppvärmning), för företagsfastigheter 77 tonCO₂ och för personalbostäder 3,5 tonCO₂. Elförbrukningen var högst inom företagsfastigheter, vilket leder till att det även är inom dessa lokaler som verksamhetens elförbrukning orsakade mest koldioxidutsläpp.

Inom sektorn processer var det framför allt djurhållningen av nötdjur som orsakade utsläpp av koldioxidekvivalenter, 550,5 tonCO₂ tillskillnad från vilt som orsakade 99,5 tonCO₂. Verksamheten använde en relativt stor mängd bekämpningsmedel, som är energikrävande vid framställning, och orsakade därför en betydande mängd koldioxidutsläpp, 5,3 tonCO₂. Valdes den lägre andelen aktiv substans blev utsläppen endast cirka 4 tonCO₂. Konstgödsel användes inte i lika stora mängder, men orsakade också en del utsläpp.

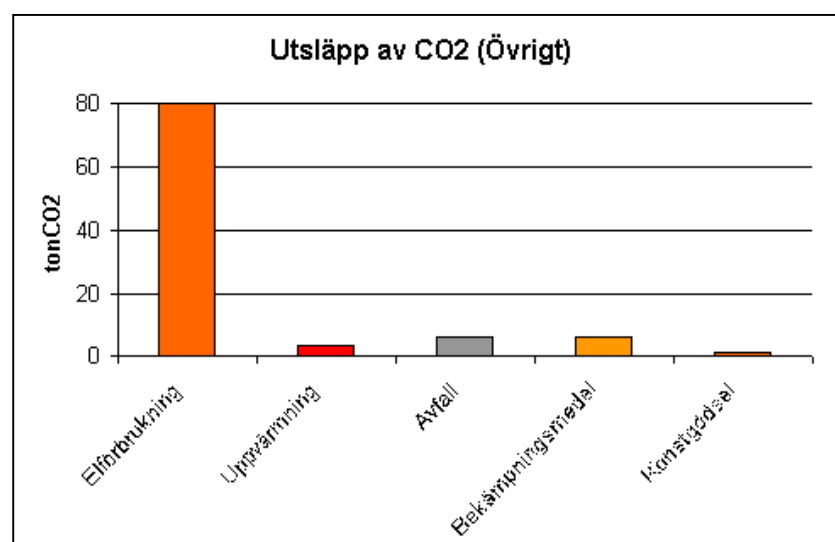
För att få en uppfattning om hur stor andel (i procent) av verksamhetens koldioxidutsläpp som orsakades av t.ex. transportsektorn jämfört med de andra sektorerna se figur 5. Av transportsektorn 65 % av verksamhetens totala koldioxidutsläpp orsakade importen och exporten av varor och produkter mest utsläpp, då endast 2 % orsakades av personaltransport, se figur 6. Arbetsmaskiner och djurhållning utgjorde 17 % respektive 16 %. Elförbrukningen i sektorn övrigt, som förutom elförbrukning även inkluderar förbränning av avfall och energiförbrukning vid framställning av konstgödsel och bekämpningsmedel, utgjorde endast 2 % av de totala utsläppen, se figur 7.



Figur 5 visar verksamhetens CO₂-utsläpp i procent av den totala mängden som var 4 166 tonCO₂, uppdelat sektorsvis. I kategorin övrigt ingår CO₂-utsläpp från elförbrukning, förbränning av avfall samt produktion av bekämpningsmedel och konstgödsel



Figur 6 visar uppdelningen av aktiviteter inom sektorn transport som orsakar CO₂-utsläpp och hur stora dessa utsläpp är (tonCO₂/år)



Figur 7 visar uppdelningen av vad som inom kategorin övrigt som orsakar CO₂-utsläpp och hur stora dessa utsläpp är (tonCO₂/år)

4.3.2 Uppskattning av ekosystemens koldioxidupptag

Markanvändningen inom verksamheten är, som nämnt i kapitel 4.1, indelat i skog, åkermark, betesmark, våtmark och övrig mark. Denna indelning har även används vid beräkning av hur mycket koldioxid de olika ekosystemen uppskattas ta upp under 2006. I detta kapitel visas alla värden som negativa då det gäller upptag av koldioxid till skillnad från utsläpp som visas som positiva tal.

4.3.2.1 Omvandlingsfaktorer för ekosystem

De emissionsfaktorer som användes valdes, då det var möjligt, med hänsyn till att det geografiska läget för uppmätta emissionsfaktorer skulle vara så likt Högestads som möjligt. Omvandlingsfaktorerna, se tabell 8, visar NEE (Net Ecosystem Exchange) och har enheten $\text{gC/m}^2\text{år}$ eller $\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{år}$. Observera att atomvikten för kol, då endast denna finns att tillgå, måste räknas om till atomvikten för CO_2 .

Tabell 8 visar den lägsta (min) respektive den högsta (max) omvandlingsfaktor 1 och 2, samt kvalitet och källa för omvandlingsfaktor 1, som användes vid beräkning av ekosystemens CO_2 -upptag

Ekosystem		Omvandlingsfaktor 1	Omvandlingsfaktor 2 (tCO_2/ha)	Källa omvandlingsfaktor 1	Kvalitet
Skog	Barrskog	100 ($\text{gC/m}^2\text{år}$) (min) 209 (max)	3,7 7,7	Hyvönen <i>et al.</i> 2006 Morales <i>et al.</i> 2005	++ +
	Lövskog	184 ($\text{gC/m}^2\text{år}$) (min) 250 (max)	6,7 9,2	Pilegaard 2001 Hyvönen <i>et al.</i> 2007	++ ++
Åkermark		0 ($\text{gC/m}^2\text{år}$) (min) 31 (max)	0 1,1	Christensen Soegaard 2003	+ +
Betesmark/ övrig mark		21 ($\text{gC/m}^2\text{år}$)	0,8	Flangan 2002	+
Våtmark		22,8 ($\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{år}$)	10,3	Whiting & Chanton 2001	+

En barrskogs årliga kolflöde globalt uppskattas till att vara mellan $+100 \text{ gC/m}^2$ och -250 gC/m^2 (Hyvönen *et al.* 2006). För att uppskatta Högestads barrskogsbestånds koldioxidupptag valdes omvandlingsfaktorn **-100 gC/m^2** som lägsta värde. Den högsta omvandlingsfaktorn som användes var **-209 gC/m^2** , ett värde som observerats i ett skogsbestånd norr om Stockholm (Morales *et al.* 2005).

I en studie i ett lövskogsbestånd i Danmark uppmättes NEE till **-184 gC/m^2** (Pilegaard *et al.* 2001). Värdet antogs vara relativt tillförlitlig att använda som lägsta omvandlingsfaktor för Högestads lövskog. **-250 gC/m^2** , som användes som högsta omvandlingsfaktor för lövskog i Högestad, var det lägsta värde inom intervallet -250 gC/m^2 till -700 gC/m^2 som uppskattades för årligt upptag av tempererad lövskog globalt (Hyvönen *et al.* 2007). Det lägsta värdet från Hyvönen *et al.* valdes då Högestad ligger i den tempererade zonens nordgräns. NEE varierar från år till år, men är även olika beroende på bland annat skogsbeståndets ålder. Uppgifter om åldern på de olika skogsbestånden inom verksamheten fanns, men inga beräkningar gjordes med hänsyn till detta.

Studier visar att åkermark tar upp koldioxid så länge det växer grödor, men vid skörd blir däremot marken en källa (Anthoni *et al.* 2004). NEE för åkermark kan variera från år till år och är en funktion av vilken typ av gröda som odlas. Den omvandlingsfaktor som användes för att uppskatta koldioxidupptag av Högestads åkermark var därför **0 tonC/ha** (Christensen 2007).

En studie gjord på åkermark i västra Danmark visar ett årligt NEE på **-31g C/m²** (Soegaard *et al.* 2003) och därför användes även detta värde som högsta omvandlingsfaktor för åkermarken i Högestad.

Högestads betesmark och övrig mark slogs ihop till en grupp. Den omvandlingsfaktor som användes för ekosystemet var **-21 gC/m²** (Flangan *et al.* 2002). En studie gjord i Kanada visar att upptaget av koldioxid under ett år för våtmark är ungefär **-22,8 mole CO₂/m²** (Whiting & Chanton 2001). Värdet användes även på våtmarken i Högestad, trots att uppgifter om vilken vegetation som finns på aktuellt område saknades. Olika vegetation släpper ut respektive tar upp olika mycket koldioxid.

För att beräkna hur mycket kol som finns lagrat i de träd (m³fub) som avverkades 2006 användes omvandlingsfaktorer hämtade från FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) se tabell 9 (FAO 2006). Siffrorna visar alltså endast ett genomsnitt för den mängd kol som finns bundet i trädets biomassa.

Tabell 9 visar hur många ton kol som finns lagrat i varje m³fub virke.

Avverkning		Omvandlingsfaktor 1	Källa	Kvalitet
Skog	Barrskog	0,3 (tC/m ³ fub)	FAO 2007	++
	Lövskog	0,39 (tC/m ³ fub)	FAO 2007	++

Detta för att sedan kunna beräkna ett teoretiskt värde på mängden koldioxid avverkningen skulle kunna orsaka beroende på användningsområde för det avverkade virket. Vilket i sin tur är avgörande för hur lång tid det tar för det bundna kolet i trädets att ombildas till koldioxid. Då virke används för tillverkning av papper och pappersprodukter kan processen, d.v.s. för kolet att ombildas till koldioxid, antas ta 10 år medan det för t.ex. byggnadsmaterial kan antas ta 100 år (McGuire 2001).

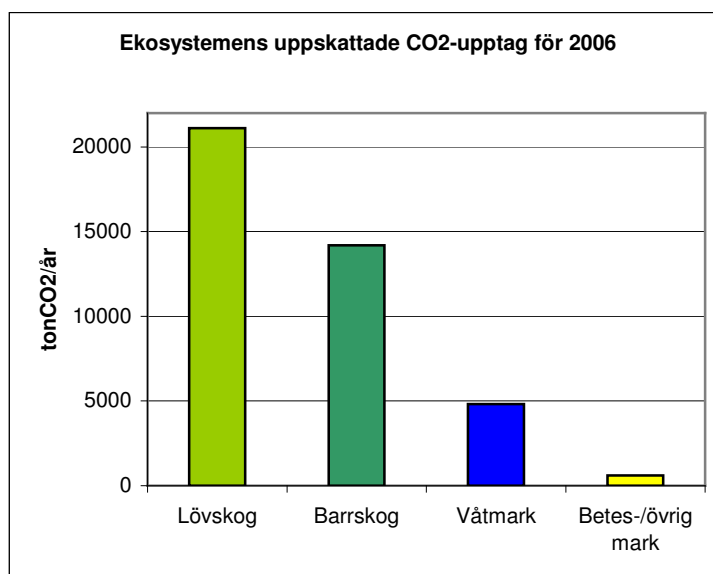
4.3.2.2 Beräkningar av ekosystemens koldioxidupptag

Tabell 10 visar hur mycket koldioxid skogsmarken inom Högestad beräknades ta upp under 2006 och hur mycket som släpptes ut p.g.a. avverkning. Upptaget visas, vilket tidigare nämnts, som negativa värde, tillskillnad från utsläpp som visas med positiva värden. Koldioxidutsläppen visar endast ett teoretiskt värde, men hänsyn har tagits till virkets användningsområde och förutsätter att ingen skog återplanteras.

Tabell 10 visar ekosystemens CO₂-upptag, samt kvaliteten på beräkningarna. Negativa värden betyder upptag. Min/Max är det lägsta resp högsta värde som beräknats beroende på vilken omvandlingsfaktor som använts. Visar även avverkad skogs koldioxidutsläpp, förutsatt att ingen återplantering sker och med hänsyn till användningsområde.

Ekosystem		tonCO ₂ –upptag	kvalitet	tonCO ₂ -utsläpp (p.g.a. avverkning och förutsett att ingen återplantering sker)	
Skog	Barrskog	-14 191 (min) -29 660 (max)	+ +	+2 797	Totalt: + 3 496
	Lövskog	-21 119 (min) -28 694 (max)	+ +	+699	
Åkermark		0 (min) -1 593 (max)	++ +		
Betesmark/övrig mark		-603	+		
Våtmark		-4815	+		
Totalt (lägsta/högsta)		-40 729 (min) /-73 110 (max)	+		

Beräknat upptag av koldioxid för ekosystemen inom verksamheten uppskattades till mellan 40 729 och 73 110 tonCO₂, jämfört med utsläppen för verksamheten som uppgår till ca 4 166 tonCO₂. Påpekas bör dock att en jämförelse mellan verksamhetens utsläpp och ekosystemens upptag inte är speciellt relevant, då det rör sig om två skilda processer. Omvandlingsfaktorerna som användes är värden tagna från litteraturen och visar ett annat t.ex. skogbestånds koldioxidupptag under ett år. Ingen hänsyn har tagits till skogens faktiska mängd biomassa, då denna information inte fanns tillgänglig. Det stora intervallet beror på vilken omvandlingsfaktor som användes och indikerar alltså att skillnaden kan vara mycket stor beroende på vilken omvandlingsfaktor som används. Vid beräkning med lägre omvandlingsfaktor blev det beräknade CO₂-upptaget lägre och vice versa.



Figur 8 visar ekosystemens upptag av koldioxid för år 2006. Åkermark har inte tagits med då det antas att ekosystemets CO₂-upptag är lika stort som CO₂-utsläpp

Att skogen utgör den största sänkan för koldioxid är tydligt, vilket kan ses i figur 8, och beror till stor del av att skog utgör en mycket stor del av Högestads markanvändning. Ett exempel på hur en våtmark inom verksamheten ser ut ges i figur 9.

Beräkningar gjordes, som nämnts, även på hur mycket koldioxid verksamhetens avverkning av skog släpper ut med hänsyn till användning för avverkad skog och uppgick till 3 496 tonCO₂. Nämnas bör att Högestad återplanterar skog i samma takt som avverkningen sker. Är återplanteringen lika stor som avverkningen kan nettoupptaget antas vara större än nettoutsläppet, då det avverkade virkets koldioxidutsläpp har en förskjutning tidsmässigt.



Figur 9 visar ett våtmarksområde inom Högestad

5. DISKUSSION

Syftet med denna uppsats var att ta fram en metod för att uppskatta ett års koldioxidutsläpp från en markägare med verksamhet inom både jordbruk och skogsbruk. Avgränsningen för var verksamhetens bidrag till koldioxidutsläpp skedde blev aningen flytande och vissa faktorer som snarare eventuellt är samhällets ansvar än den enskilda gårdens togs med. I följande avsnitt presenteras först en allmän diskussion om tillvägagångssätt, metod och eventuella förbättringar, d.v.s. vad som hade kunnat göras annorlunda. Vidare diskuteras resultaten av beräknade koldioxidutsläpp och ekosystemens verkan som koldioxidsänka. Slutligen ges förslag på åtgärder och strategier som kan vidtas för att verksamheten kan minska utsläppen och därmed bidra till en minskad klimatpåverkan.

5.1 Osäkerhet och förbättringsförslag av tillvägagångssätt och metod

Utvecklingen av metoden baserades på att dela in verksamheten i olika sektorer för att göra både inventeringen av eventuella källor/sänkor och resultatet så lättförståeligt som möjligt. Fokus har varit att ta fram en användbar metod för att beräkna en verksamhets koldioxidbudget. I budgeten inkluderades även aktiviteter utanför verksamhetens geografiska område. Vid användning av framtagna metod för annan verksamhet rekommenderas att mer tid läggs på samtal med och undersökning av verksamheten. Detta i kombination med en tydligare avgränsning för vad som ska inkluderas/exkluderas hade gjort budgeten mer noggrann och tillförlitlig.

Arbetet var, som nämnt, tänkt att endast beräkna verksamhetens koldioxidutsläpp, vilket också gjordes i alla sektioner förutom för djurhållning. Boskapsdjurens koldioxidutsläpp är relativt små och därför beräknades metan i stället och presenterades som koldioxidekvivalenter. Nämnas bör att förutom metan är även lustgas en viktig växthusgas inom djurhållningen, men inga beräkningar på gasen gjordes i detta arbete.

Vid hantering och bearbetning av en relativt stor mängd data, som arbetet bestod av, kan en del felkällor uppstå. Flera antaganden har gjorts främst gällande använda omvandlingsfaktorer, men även vad inom verksamheten som släpper ut/tar upp koldioxid. Majoriteten av antagandena har tagits med hänsyn till Högestads verksamhet och omarbetning av dessa kan behövas för annan verksamhets beräkning av dess koldioxidbudget. En viktig aspekt är att sätta en tydlig gräns för verksamhetens ansvar gällande koldioxidutsläpp och när ansvaret kan överlåtas till någon annan aktör t.ex. energiförbrukningen vid transporten av spannmål som snarare är samhällets (konsumentens) ansvar än lantbrukarens.

Budgeten är avsedd för år 2006, men en del värden var medelvärden från flera år och är därmed inte anpassade till aktuellt år. Väderleken varierar från år till år och t.ex. vid kallare väder är elförbrukningen större, vilket också kan innebära större mängder koldioxidutsläpp.

Metoden beskriven i arbetet är långt ifrån fullständig, då utvecklingen av en metod kan fortgå under en lång tid. Men det är en god start för att kunna kompletteras med bland annat säkrare emissionsfaktorer, då dessa blir tillgängliga, och uppgifter om källor till övriga växthusgaser som inte har kunnat beräknas p.g.a. av arbetets begränsade omfattning. I följande kapitel

diskuteras osäkerheten i och förbättringsförslag för dels frågeformuläret dels beräkningarna och använda omvandlingsfaktorer.

5.1.1 Frågeformulär och värden från Högestad

För att få en uppfattning om vad inom verksamheten som bidrar till koldioxidutsläpp inleddes arbetet som bekant med ett frågeformulär. Frågeformuläret hade kunnat utformas annorlunda med ytterligare fokus på energiförbrukningen som ju är den viktigaste orsaken till koldioxidutsläpp, men fungerade bra för att få en överblick av de aktiviteter som orsakar CO₂-utsläpp inom verksamheten.

Att ta reda på vilka sorts grödor som odlas inom verksamheten samt specificera t.ex. vilka olika lövträdbestånd som finns visade sig vara onödigt i studien. En indelning kunde endast ske i åkermark/löv- och barrträd. Men informationen kan ändå vara intressant, trots att inga beräkningar har gjorts, då olika grödor kan, om än marginellt, kräva olika mycket energi i form av skötsel (bekämpningsmedel etc.). Att ta reda på den generella arbetsgången från sådd till skörd hade heller inte behövts. Men även denna information kan användas vid framtida studier om man vill göra en noggrannare undersökning av koldioxidutsläpp från verksamheten då typ av skötselåtgärder kan ha betydelse t.ex. färre bearbetningstillfällen ger generellt mindre bränsleförbrukning och orsakar därmed mindre koldioxidutsläpp. Detsamma gäller vid skogsarbete, en aktivitet som kräver stora mängder bränsle, vilket bland annat orsakas av en svårtillgänglig terräng, i jämförelse med åkermark som oftast består av en relativt homogen och plan yta.

Olika träd binder in olika mycket kol i biomassa och mark. Därför kan val av trädslag påverka ett skogsbestånds långsiktiga koldioxidupptag. Generellt är plantering av gran och björk, med en relativ hög produktion och långsam nedbrytning av förna, t.ex. att föredra framför plantering av tall (Ericsson & Johansson 2004). Beräkningarna kunde dock endast göras med indelning löv-/barrskog.

Omsättningshastigheten för kol i skogsmark, såväl som jordbruksmark, påverkas inte bara av vattenhalt och syretillgång utan även av faktorer så som temperatur och pH t.ex. har lövskogförna generellt högre pH än en barrskog (Svensk Energiförsörjning, 2003). Ett högre pH gynnar tillgängligheten av näringsämnen, vilket ökar tillväxthastigheten och bidrar därmed till ett ökat koldioxidupptag. Information gällande jordart gjordes, men inga beräkningar gjordes med denna information. Skogsmarken produktionsförmåga s.k. bonitet (förmåga att producera virke uttryckt i m³sk/haår), hade varit att föredra vid uppskattning av kolflödet (Lagergren 2007).

Det visade sig även att en specificering av olika typer av bekämpningsmedel och konstgödsel var onödigt då inga säkra uppgifter finns i nuläget för att, ur koldioxidsynpunkt, särskilja dessa. Men även detta kan bli aktuellt i framtiden.

Åldern på fordonen, som är väl dokumenterad för verksamheten, kan ha betydelse för hur bränslekrävande de är. Generellt gäller att ju nyare bil desto mer bränslesnål, men inga beräkningar med hänsyn på fordonens ålder gjordes för Högestad. Ny teknik medför ett effektivare bränsleutnyttjande i fordon. Effektiviteten kan dock motverkas av att mängden förbrukat bränsle inte minskar, vilket främst beror på en ökning av antal fordon som dessutom blir tyngre och har starkare motorer. En individuell redovisning gällande

bränsleförbrukningen vid transport (såväl gods- som personaltransport) hade gett säkrare resultat.

En noggrannare inventering av aktuellt års elförbrukning inom verksamhetens fastigheter, t.ex. vad som förbrukar el samt var elen kommer ifrån, hade behövts för att kunna ta fram tillförlitligare värden. En byggnads konstruktion, d.v.s. isolering, ventilation och andra faktorer som kan tänkas påverka hur effektiv t.ex. uppvärmningen är, påverkar även hur stor energiförbrukningen blir. Energiförbrukningen för ett aktuellt år beror även på faktorer som temperatur och nederbörd. Vid stora mängder nederbörd behövs t.ex. varmluftstorkar för att torka spannmål (Westin 2007), och vid kallare väder behövs, som nämnt, mer uppvärmning, vilket kan medföra en ökad energiförbrukning.

5.1.2 Beräkningar och Omvandlingsfaktorer

Tillgängligheten gällande data från verksamheten och omvandlingsfaktorer påverkade som bekant vidare utformning av metoden och bidrog delvis till vilka faktorer som togs med respektive uteslöts i beräkningen av koldioxidbudgeten.

5.1.2.1 Energiförbrukning och processer

De emissionsfaktorer som användes för att beräkna bränslets (bensin och diesel) koldioxidutsläpp är samma som används vid den nationella rapporteringen av utsläpp enligt Klimatkonventionen och antas därför vara tillförlitliga. Däremot är inte alla omvandlingsfaktorer 1 och beräkningar av verksamhetens värden lika säkra, vilket gör att kvalitén kan skifta. Den faktiska bränsleförbrukningen för t.ex. ett fordon beror förutom på åldern av fordonet även på vilken typ samt var och hur det körs. Bränsleförbrukningen för verksamhetens arbetsmaskiner är väldokumenterad och således är beräkningarna för dessa tillförlitliga. För övrig transport samt skogsmaskinernas bränsleförbrukning användes ett uppskattat värde och är därför inte lika säkra.

Omvandlingsfaktorerna för att beräkna skogsverksamhetens dieselförbrukning kan vara aningen höga för att appliceras på Högestads verksamhet då SCA skogs verksamhet ligger i norra Sverige. Energiförbrukningen kan därför antas vara högre för deras verksamhet dels p.g.a. kallare klimat samt att transportsträckan antagligen är längre. Men resultaten ger ändå en ganska tydlig bild av att skogsbruket som näring är väldigt energikrävande.

Avgasekvivalenterna (omvandlingsfaktor 2) som användes för att beräkna koldioxidemissioner orsakade av godstransport till och från verksamheten d.v.s. avgasfaktorer som funktion av utfört transportarbete, tar inte bara hänsyn till transportlängden utan även till vikten av det som transporteras. Mängden varor som transporterades till och från verksamheten var känd och trots att en uppskattning av det exakta transportavståndet gjordes antas beräkningarna och även omvandlingsfaktorn vara tillförlitliga. Det är dock tveksamt om t.ex. det som exporteras ska inkluderas i en verksamhets koldioxidbudget eller om ansvaret är någon annan aktör.

De omvandlingsfaktorer 1 som används vid beräkning av hur mycket bränsle det går åt för framställning av konstgödsel och bekämpningsmedel är antagna värden. För några år sedan försökte Statens Jordbruksforskning i Finland göra en utredning gällande koldioxidutsläpp och energikonsumtion i tillverkning av bekämpningsmedel, men kom då fram till att det är omöjligt att hitta siffror för enskilda sorter (Markkula 2007). De uppskattade värdena som används i detta arbete är därför inte tillförlitliga, men kan användas vid en grov uppskattning

av produkternas bidrag till koldioxidutsläpp. Bekämpningsmedel indelas som bekant efter det mål som bekämpningsmedlet riktas mot, t.ex. herbicider används mot ogräs, fungicider mot svampar och insekticider mot insekter o.s.v. Ett bekämpningsmedel innehåller dels en aktiv substans, som är den del av bekämpningsmedlet som är verksamt mot skadegörarna dels olika tillsatsmedel och spädes sedan med vatten (Nilsson 1997). Ett genomsnittsvärde, som hämtats från ett Roundup preparat och som också är det bekämpningsmedel som Högestad använder mest, användes för att beräkna alla bekämpningspreparats andel av aktiva substanser och som här användes för att beräkna energiförbrukningen vid produktion. Siffran är således väldigt osäker då andelen kan variera mycket beroende på vilken sorts bekämpningsmedel det är.

Beräkningarna gällande verksamhetens *elförbrukning* baserades på en del uppskattningar. Till exempel kan omvandlingsfaktor 1 för uppvärmning med el vara aningen hög, då en del av arean som beräkningarna gjordes med är kontorslokaler och antagligen har lägre energiförbrukning, gällande uppvärmning, än vad en bostad har. Dessutom var omvandlingsfaktor 2 för el endast ett genomsnittligt värde. Elförbrukningen varierar från år till år beroende av bland annat rådande väderförhållanden, och därför kan ett genomsnittsvärde vara missvisande.

Att använda biobränslen kan betraktas vara koldioxidneutralt då den koldioxid som bildas är försumbar. Mängden koldioxid som släpps ut antas nämligen vara densamma som växten har tagit upp under sin tillväxt. En sanning med modifikation då produktionen av biobränslen kräver hjälpen energi (Westin 2007). Insamling, transport och förädling av t.ex. energiskog kan alltså bidra till utsläpp av koldioxid om inte biobränslen används till dessa aktiviteter.

Beräkningarna för hur mycket koldioxid som bildas vid förbränning av avfall kan vara aningen hög, då en del av det avfall som produceras av Högestad antagligen återvinns några gånger innan det förbränns. Wellpapp är ett exempel på en vara som återvinns och används då av bland annat pappersbruk, vilket kan bidra till att både energi och träd sparas. Även spillolja och glykol kan återvinnas. En stor del av avfallet främst s.k. brännbart avfall, men även farligt avfall så som färgrester förbränns, men den energi som finns i avfallet kan tas tillvara. Av Sveriges hushållsavfall förbränns cirka 50 procent och blir energi (Avfall Sverige 2007). Det mesta av brännbart avfall kan betraktas som biobränsle och ger vid förbränning endast ett litet nettobidrag till växthuseffekten (Sysav 2007). Omvandlingsfaktorn 2 antas vara tillförlitlig, trots att den baseras på allt som förbränns, alltså inte specificerat vilket sorts avfall, som ju kan tänkas innehålla olika mängder fossilt kol. Även det avfall som Högestad betraktar som brännbart togs med i beräkningarna, trots att detta i viss mån kan betraktas som biobränsle. Den siffran som ISWA tagit fram inkluderar troligtvis även t.ex. det bränsle som behövs för att starta förbränningen.

Emissionsfaktorerna som användes för att beräkna *metanavgång* från djur är framtagna med hänsyn till bland annat stallperiod och hanteringssätt. Den faktiska avgången av metan från både foderspjäлкning och gödselhantering kan även variera beroende på foder etc. (Wahlander 2004). Då inga specifika emissionsfaktorer fanns att tillgå fick vildsvin samma faktor som svin och rådjur, kron- och dovhjort samma som ren, och är därför inte helt tillförlitliga. Vildjurens klimatpåverkan är för övrigt liten jämfört med boskapsdjuren.

5.1.2.2 Ekosystemen

Som resultaten visar kan ekosystemens upptag variera med flera tusen ton beroende på vilken omvandlingsfaktor som används. De beräknade koldioxidupptagen för Högestads ekosystem

visar därför endast ett mycket ungefärligt värde av hur mycket CO₂ som kan tas upp under ett år.

Olika ekosystems årliga koldioxidupptag (eller utsläpp trots att detta inte är lika vanligt) är relativt svårt att mäta dels då uppmätta värden kan varieras från år till år (Kirschbaum *et al.* 2001), men också för att faktorer så som underliggande jordart och därmed olika skötselåtgärder etc. kan ha betydelse. Dikning av skogsmark kan t.ex. öka emissioner av koldioxid. Det finns dessutom olika sätt att både mäta (vanligaste eddy flux) och modellera kolflödet i ekosystem och värdena varierar beroende på vilken metod som används. Det är främst ett ekosystems kolflöde under mark som bidrar till osäkerhet, då tekniken och kunskapen gällande dessa processer inte är lika väl kända som kolflödet i biomassa ovan jord.

För att uppskatta hur mycket koldioxid som skogen inom Högestad tog upp användes omvandlingsfaktorer som uppmätts eller modellerats i något annat skogsbestånd. Ett medelvärde för koldioxidupptag i Europas skogar har uppskattats till 320 gC/m²år (Van Dijk & Dolman 2004) och är aningen högre än de värden som användes här. En normalt växande skog i Sverige antas årligen ta upp 5-10 tonCO₂/ha (Grelle 2006), vilket är ungefär de värden som användes i beräkningen av Högestads skog. Generellt har en lövskog längre växtsäsong (längre tid för fotosyntes) ju längre söderut den är. Ingen hänsyn togs till att skogar beroende på ålder tar upp olika mycket koldioxid.

Även olika *skötselåtgärder* av ett skogsekosystem påverkar kolbalansen. Vid t.ex. markberedning eller slutavverkning kan kolförrådet i marken brytas ner, vilket leder till att koldioxid avgår. Däremot påverkas skogens kolbalans knappt vid gallring, eftersom minskad vegetation också leder till minskad konkurrens som i sin tur kan gynna kvarvarande vegetation (Grelle 2006). En förutsättning är att gallringen inte är allt för intensiv (Johansson & Strömberg 2005). Ur en långsiktig koldioxidsynpunkt är det dock av största vikt att den skog som avverkas återplanteras. Så länge avverkning och återplantering är i balans sker ingen långsiktig tillförsel av koldioxid till atmosfären. Intressant är att vid en stormfällning, t.ex. vid stormen Gudrun, kan stora mängder koldioxid frigöras genom att marken våldsamt bryts upp genom rotvält (Grelle 2006). Avgång kan vara långt större än vid avverkning och visar att det även är viktigt hur, inte bara när, avverkningen sker.

Åkermarkens koldioxidupptag/utsläpp antas vara i balans då den koldioxid som grödorna tar upp under växtsäsongen antas återgå till atmosfären vid skörd. Kolet som finns lagrat i åkermark påverkas även då jorden bearbetas. Det är därför betydelsefullt när, hur ofta och hur brukningen av åkermarken sker och ju fler bearbetningstillfällen desto mer avgång av koldioxid. Andra faktorer så som jordfuktighet och näringsinnehåll, vilket kan påverkas av gödsling, kan också påverka jordens förmåga att ta upp koldioxid.

Olika *odlingsmetoder* och i vilken följd olika grödor odlas påverkar omsättningen av kol i marken. Olika grödor har bland annat olika rotsystem som i sin tur har betydelse för mängden förna som bildas, längden på växtperioden, samt vilken jordbearbetning som krävs och som i sin tur har betydelse för avgången av koldioxid. Åkermark där flerårig vall odlas kan t.ex. vara en sänka för koldioxid, medan brukning av mullrika jordar (blandning av humus och mineraljord) kan leda till avgång (Westin 2007). Även kalkning, för att höja markens pH och därmed öka produktionen, kan bidra med utsläpp av koldioxid, då koldioxid bildas i processen där kalket verkar. Detta beror dock på vilket sorts kalk som används då koldioxiden redan har frigjorts vid tillverkningen av t.ex. bränd eller släckt kalk. (Wahlander 2004)

Betesmark och *övrig mark* valdes att slås ihop till en grupp. Den omvandlingsfaktor som användes hämtades från en studie gjord i Kanada (Flangan *et al.* 2002), och kan antas ha ungefär samma klimat som Högestad. Kolbalansen i en betesmark kan variera, liksom för åkermark, beroende på hur fuktig den är, näringsinnehåll samt hur den brukas d.v.s. för en betesmark hur hårt den betas.

Omvandlingsfaktorn som användes för att beräkna Högestads *våtmarkers* upptag av koldioxid hämtades från en studie gjord i ett område som antas ha likvärdigt klimat som Högestad. Ingen hänsyn togs dock till vilken sorts vegetation som växer på Högestads våtmarker trots att detta har betydelse för ekosystemets kolbalans. Våtmarker tar upp koldioxid och anses därför oftast vara en sänka för växthusgaser. Men värt att nämna är att en våtmark också kan agera källa då det sker en avgång av metan, något som delvis är naturligt förekommande (Whiting & Chanton 2001).

Ett markområde torrläggs oftast genom dikning för att t.ex. omvandla en våtmark till skogsmark. Vid dikning sänks grundvattennivån och detta kan leda till att mer kol blir tillgängligt för aerob nedbrytning, i vilken koldioxid bildas. Tillskillnad från anaerob nedbrytning då metan bildas (Morén *et al.* 2002). Dikning kan därmed medföra en ökning av koldioxidutsläpp samtidigt som det blir mindre metanutsläpp (Christensen och Keller 2002). Ur klimatsynpunkt är det därför av största vikt att vid torrläggning av mark, liksom övriga aktiviteter betrakta den totala effekten av växthusgasemissioner. Metanutsläpp från våtmarker och stor avgång av dikväveoxid från jordbruksmark är något som inte behandlades i detta arbete, men är värt att nämna då dessa processer är viktiga ur växthusgassynpunkt. Högestad har som handlingsplan att återställa en del av tidigare dikade våtmarker, vilket bland annat gynnar ett upptag av koldioxid. Det är också viktigt att påpeka att såväl skogsmark som våtmark kan vara en källa i ett kort perspektiv, men är oftast en sänka över en längre tidsperiod.

Då omvandlingsfaktorerna som användes för att beräkna hur mycket koldioxid *avverkad skog* kan orsaka visar endast hur mycket kol som finns bundet i träden. Därmed visar beräkningarna endast ett teoretiskt värde hur mycket koldioxid denna mängd kan orsaka förutsatt att allt förbränns eller används på annat sätt där koldioxid frigörs t.ex. vid pappersmassaframställning. Papper och pappersprodukter kan antas ha en livslängd på cirka 10 år (McGuire *et al.* 2001), d.v.s. kolet är bundet i dessa produkter i cirka 10 år. Däremot kan siffran inte användas om virket används som t.ex. byggnadsmaterial. Då virket används som byggnadsmaterial är det fortfarande en del i det naturliga kretsloppet och bidrar därmed inte till något nettotillskott av koldioxid. Ett antaget värde för virke och andra hållbara träprodukter är att det tar cirka 100 år innan kolet i produkterna frigörs i form av koldioxid (McGuire *et al.* 2001). Tänkvärt är att om uttaget från skogen blir för stort och virket förbränns kan skogen alltså bli en källa till utsläpp av växthusgaser. Utsläppet kan i viss mån ersättas med plantering av ny skog.

Uppskattning av ett ekosystems årliga koldioxidupptag med värden tagna från mätningar och värden hämtade baserade på studie gjorda i andra områden än det aktuella ger inte helt tillförlitliga resultat. För att få så säkra siffror hade mätningar i studieområdet varit att föredra. Men även uppmätta värden i fält är inte helt tillförlitliga då koldioxidupptaget av vegetation varierar under året och även från år till år. För att få fram ett så säkert medelvärde som möjligt krävs det att mätningarna pågår under en relativt lång tidsperiod d.v.s. flera år.

5.2 Koldioxidutsläpp och åtgärdsförslag

5.2.1 Verksamhetens koldioxidutsläpp/upptag jmf med andra studier

Verksamheten i Högestad släppte, enligt denna studie, ut cirka 4 166 ton koldioxid under år 2006. Sveriges totala utsläpp av koldioxid uppgick till nästan 53 miljoner ton under 2005, vilket är en minskning med cirka 6,8 % jämfört med år 1990 (Naturvårdsverket b 2007).

I dagsläget finns en hel uppsjö av olika sätt för privatpersoner att ta fram sin egen klimatprofil, d.v.s. hur mycket koldioxid släpper du ut genom att t.ex. köra bil, konsumera etc. Genom de beräkningar som tagits fram av IVL, svenska Miljöinstitutet, släpper medelsvensken ut totalt 3,5 ton CO₂ per år. IVL har även tagit fram siffror på 8,2 ton CO₂ per år för ensamhushåll i lägenhet och ett genomsnittligt utsläpp på 10,9 ton CO₂ för barnfamilj i villa i förort. De koldioxidutsläpp orsakas av Högestads verksamhet är alltså större än vad fyrahundra medelsvenska barnfamiljer släpper ut under ett år. Att skillnaden kan vara så stor beror självfallet på vad som tagits med i beräkningarna och vilka emissionsfaktorer som används. Resultaten som presenterades i denna studie baseras endast på beräkningar av vissa led och faktorer som bidrar till verksamhetens koldioxidutsläpp.

Att transporten orsakade mer än hälften av verksamhetens koldioxidutsläpp var inte helt oväntat. För att ta upp den mängd koldioxid som Högestads transport orsakade krävs cirka 400 hektar skog. Energiförbrukningens, främst gällande uppvärmning, bidrag till verksamhetens koldioxidutsläpp var relativt små, vilket främst beror på att biobränsle (halm) används i stor utsträckning.

Det är även intressant att sätta utsläppen i ett ekonomiskt perspektiv. Beräkningar gjorda med kostnaderna framtagna i Stern rapporten skulle verksamhetens koldioxidutsläpp under år 2006 kunnat orsaka framtida skador till en kostnad av 2 425 016 kronor. För att förhindra dessa skador hade det krävts insatser till ett pris av 723 250 kronor. En ganska stor summa alltså för att förebygga något som eventuellt kan inträffa. Men jämfört med kostnaderna som med största sannolikhet senare uppstår om inga åtgärder vidtas är kostnaderna för att förhindra framtida skador relativt små.

Skulle Högestad bestämma sig för att köpa utsläppsrätter från Naturskyddsföreningen för att kompensera för verksamhetens utsläpp under 2006, och ingen hänsyn tas till ekosystemens upptag, skulle dessa kosta ca 1,5 miljoner svenska kronor.

Högestads stora areal skog resulterar i att verksamhetens sammanlagda upptag av koldioxid också är stor. CO₂-utsläppen bör dock inte kompenseras med plantering av skog utan reduceras genom olika åtgärder för att minska de faktiska utsläppen.

6.2.2 Åtgärdsförslag

Samtliga åtgärder för att reducera koldioxidutsläpp och även andra växthusgaser måste sättas in i ett större perspektiv. Åtgärder för att reducera koldioxid kan ge upphov till andra klimatpåverkande gaser och andra föroreningar, och det är därför viktigt att se alla led i en process och väga fördelar mot nackdelar och förhoppningsvis komma fram till en lösning där summan av alla komponenter blir minst skadlig för vår miljö. Någoting som inte är helt okomplicerat.

1) Energieffektivisering

För att minska koldioxidutsläppen, såväl inom jordbruket som inom skogsbruket, är det bästa alternativet att använda mindre mängd fossilt bränsle. Vilket kan verkställas genom att välja bränslen som inte ger ett nettotillskott av koldioxid till atmosfären, t.ex. trädbänslen. Problemet verkar svårt att lösa på ett annat sätt då det är just energiomvandlingen av organiskt bundet kol till koldioxid som utnyttjas för att få energi.

Vid ersättning av en äldre arbetsmaskin mot en ny och oftast bränslesnålare är det viktigt att även räkna in den energi som krävs för att producera den nya d.v.s. emissionerna från tillverkning av ny bil som energieffektivare måste vägas mot reduktionen av emissioner av andra klimatpåverkande gaser som ersättningen av en gammal bil skulle medföra. Den energi som krävs för att producera maskiner beräknades inte i arbetet, men är kanske inte heller verksamhetens ansvar, mer än att man som konsument kan och bör ställa krav på återförsäljare och tillverkare.

För Högestads del, vars *transport* orsakade verksamhetens största koldioxidutsläpp vore det bästa sättet att minska utsläppen att reducera omfattningen av transporten, då främst gällande vägtransport. Ett alternativ är att förlägga längre transporter till järnväg, som ju anses vara koldioxidneutralt. Men den viktigaste åtgärden, och som Högestad redan gör i relativt stor utsträckning, kan ju vara att importera/exportera så lokalt som möjligt. En reduktion av bränsleförbrukningen vid transporter med lastbil kan göras genom bland annat bättre planering. Något som indirekt leder till färre transporttillfällen är t.ex. att utnyttja lastutrymmet maximalt. Högestad kan även ställa krav på förare, eller snarare åkerierna, att köra så miljövänligt som möjligt. Arbetsmaskinernas bränsleförbrukning är också en stor källa till koldioxid inom verksamheten och åtgärder för att minska utsläppen är en effektivisering av bränsleförbrukningen hos maskinerna.

En bättre inventering av verksamhetens uppvärmningssystem och eldrivna maskiner hade behövts för att ge värdefulla åtgärdsförslag för hur Högestad kan minska sina koldioxidutsläpp för *elförbrukning/uppvärmning*. Generellt är nytillverkade maskiner mer energisnåla, så det kan eventuellt vara lönsamt att byta ut en del äldre. En enkel åtgärd är att belysningen kan vara tidsinställ eller tändas via sensor och att alla lampor är lågenergilampor. Detsamma gäller uppvärmning t.ex. att inomhustemperaturen i företagsfastigheterna sänks under natten. Högestad köper i nuläget s.k. grön el, något som är bra ur klimatsynpunkt. Även om den köpta gröna elen inte alltid är den som levereras till konsumenten är det tänkvärt att ju fler som köper desto mer el måste bli grön.

2) Ökad användning av bibränslen och odling av energiskog/grödor

Att minska användning av fossila bränslen kan förutom genom effektivisering också ske genom en ökad användning av bioenergi eller annan förnybar energi, förutsatt att denna energi ersätter fossila bränslen.

Biobränslen utgörs främst av skogsbränsle, som består av avverkningsrester och biprodukter från pappers- och massaindustrin. Förutsatt att uttaget inte är större än tillväxten ger förbränning av biobränslen, tillskillnad från fossila bränslen inget långsiktigt nettotillskott av koldioxid. Den koldioxid som frigörs vid förbränningen motsvarar nämligen den mängd som binds in i biomassan vid tillväxt. Odling av energiskog, d.v.s. snabbväxande träd t.ex. salix, se figur 10, och energigrödor, som odlas på åkermark t.ex. rörflen och halm, är fortfarande relativt liten, men har goda utvecklingsmöjligheter. Högre krav på miljöhänsyn måste dock ställas på odlingen.

En ökad odling av t.ex. bioenergigrödor kan alltså minska beroendet av fossila bränslen. Tänkvärt är dock att ifrågasätta om odling av bioenergigrödor är hållbart i ett längre perspektiv. En intensivare livsmedelsproduktion för att frigöra åkermark i syfte att öka produktionen av biobränsle (SNF 2004) kräver bland annat större mängder bekämpningsmedel, vilket i sin tur har negativ miljöpåverkan. Att odling av energigrödor sker istället för spannmålsodling kan även innebära att spannmål blir dyrare i framtiden (Johansson 2007). Eller som i Brasilien där skog huggs ner för att ge plats åt sockerrörsodling för etanolframställning. Biobränslen som används för uppvärmning av t.ex. bostäder d.v.s. värme- och elproduktion anses idag vara ett relativt enkelt och effektivt alternativ till fossila bränslen. Högestad använder redan en stor del biobränsle, men en utökning skulle kunna göras. Att odla energigrödor som används lokalt är ju såklart att föredra. Att använda biomassa som fordonsbränsle och på så sätt ersätta bensin och diesel, är dock en svårare och dyrare process (Skogsindustrierna 2007), men utvecklingen inom området verkar lovande.



Figur 10 visar odling av salix i närheten av Högestad

3) Ändrad markanvändning/skötselåtgärder

Övergång till skogsbruk på åkermark kan innebära att mer kol lagras i marken, d.v.s. ett större upptag av koldioxid. Däremot kan en omfattande mängd koldioxid frigöras då t.ex. mark som legat i träda, och ofta har en hög halt organiskt material, tas i bruk (EEA 2004). Och att ändra markanvändning ger endast ett kortsiktig förändrat koldioxidupptag. Högestad jobbar redan på att återskapa våtmarksområden samt odla skog på gammal åkermark, åtgärder som gynnar ett upptag av koldioxid.

Skogen i Högestad, såväl som i Sverige för övrigt, medför ett nettoupptag av koldioxid. Men för att öka upptaget kan det vara lämpligt att se över hur tillväxten kan bli optimal. Medveten skogsgödsling kan vara ett alternativ för att öka skogens koldioxidupptag, då en ökad näringstillgång också ökar tillväxten (Linder & Olsson 2005). Val av trädslag kan också ha betydelse för att mer kol lagras i marken t.ex. är lövskog att föredra framför barrskog. Trots att skogens roll som sänka kan fortgå i minst 100 år är det troligtvis ingen långsiktig lösning att balansera utsläppen med skogsplantering (Olsson 2001).

Ändrad jordbruksteknik, som tidpunkt för sådd och skörd och plöjningsteknik samt val av gröda kan i ett kortare perspektiv påverka nettoupptaget av koldioxid. Ändrade brukningsmetoder kan även minska markbearbetningen, vilket leder till lägre bränsleförbrukning och då kan även utsläppen minimeras.

Att övergå från konventionellt jordbruk till ekologiskt kan innebära minskad påverkan på vår miljö då t.ex. inga bekämpningsmedel eller konstgödsel används. Däremot är det osäkert om energiförbrukningen blir mindre då det oftast krävs större landarealer för att odla ekologiskt.

4) Användningsområde för avverkad skog

Vid avverkning av skog är det av stor betydelse för koldioxidutsläppen vad som händer med den avverkade skogen. Om virket förbränns eller används som pappersmassa sker ett nästan direkt utsläpp av den CO₂ som bundits in i trädet, men om virket däremot används som byggnadsmaterial förskjuts utsläppet till framtiden. Högestad kan påverka detta i viss mån genom att välja vad deras avverkade skog ska användas till.

5) Djurhållning

Foderproduktion och uppfödning innebär den största miljöpåverkan för köttproduktion. Kött från betande djur är i regel bättre än djur som står inne och utfodras med importerat kraftfoder. Högestad har redan kommit en bra bit på vägen gällande att minska djurhållningens klimatpåverkan då deras köttproduktion är ekologisk samt att tidigare mjölkproduktion nu är avvecklad. En åtgärd för att reducera emissioner av metan är att använda fastgödsel istället för flytgödsel (Wahlander 2004). Men i gengäld orsakar fastgödselhantering större emissioner av lustgas (Wahlander 2004). Så, för att avgöra vilket sorts gödsel som har minst klimatpåverkan bör hänsyn tas till samtliga komponenter.

6) Kompensationsåtgärder

Att kompensera en verksamhets utsläpp är någonting som blir mer och mer vanligt, vilket ju är bra. Men det ska inte vara den enda lösningen för att reducera ett företags koldioxidutsläpp utan endast ett komplement. Handel med utsläppsrätter kan kanske bli aktuellt för Högestad. Ett företag som inte förbrukar sin eventuella kvot av hur mycket CO₂ som verksamheten får släppa ut kan således sälja den resterande mängden till ett annat företag. Tänkvärt är dock att ifrågasätta om detta verkligen leder till en minskning av CO₂-utsläpp, utan kanske snarare endast förflyttar problemet.

7 SLUTSATS

Beräkning av en koldioxidbudget för en markägare med verksamhet inom både jordbruk och skogsbruk involverar en del uppskattningar gällande vad som släpper ut respektive tar upp koldioxid inom verksamheten. Trots osäkerhet gällande bland annat omvandlingsfaktorer och därmed resultatet visar undersökningen ett ungefärligt värde på hur mycket koldioxidutsläpp som orsakades av Högestads verksamhet under 2006. Bränsleförbrukningen och då i synnerhet transporten till och från verksamheten var det som orsakade mest koldioxidutsläpp och det är även inom denna sektor som åtgärder skulle kunna vidtas.

En del åtgärder, för att begränsa utsläppen av koldioxid, är enkla och innebär endast att anpassa t.ex. ny teknik. Andra åtgärder ställer dock krav på goda ekonomiska förutsättningar och en väl utvecklad teknik. Inom jordbruket kan åtgärder involvera faktorer som tidpunkt för sådd och skörd eller ändrad markberedning, vilket kan minska bränsleförbrukningen och därmed leda till minskade utsläpp. Däremot är det svårare att anpassa skogsbruket då träd har längre livscykel.

Att Högestads olika ekosystem, och då främst den stora arealen av skog, agerar som en sänka för koldioxid var inte helt oväntat. Att sätta upptaget i relation till utsläppen bör dock göras med försiktighet då de olika processerna inte är jämförbara.

Det är viktigt i en koldioxidbudget, liksom i miljöfrågor i stort, att se alla led i processen d.v.s. att inkludera alla faktorer som kan tänkas påverka, i den mån det går. En tydligare avgränsning för vad som skulle inkluderas, och då eventuellt endast det som orsakar koldioxidutsläpp på plats, hade varit att föredra för säkrare resultat. Men studien är en god start för fortsatt arbete gällande klimatpåverkan från Högestads verksamhet. T.ex. är det tänkt att Högestads utsläpp och upptag av några andra växthusgaser ska studeras i ett annat examensarbete vid Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys, Lunds universitet.

Tack

Jag vill slutligen framföra ett stort och varmt tack till följande personer som hjälpt mig under arbetets gång med idéer, tid och material

Anja Rammig	Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys, Lunds universitet. Min handledare, vars stöd jag inte skulle ha klarat mig utan. Ett stort Tack
Charlotte Lindström	Högestad & Christinehof Förvaltnings AB. Tack för material, upplysningar och svar gällande verksamheten, samt den trevliga rundturen
Carl Piper	Högestad & Christinehof Förvaltnings AB. Tack för intressanta idéer vid möte och för att jag fick ta del av er spännande verksamhet
Thomas Hickler	Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys, Lunds universitet. Tack för material, engagemang och allmänt stöd
Christer Nilsson	Institutionen för växtvetenskap SLU. Tack för information och råd
Fredrik Lagergren	Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys, Lunds universitet. Tack för värdefulla påpekanden

8. REFERENSER

- Arnold von K (2004). Forests and Greenhouse gases, Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained forests on organic soil. ISBN: 91-85295-71-X
- Begon M, Harper J.L & Townsend C.R (1996). Ecology: individuals, population and communities-3rd ed. ISBN 0-632-03801-2
- Bergh J, Linder S, Lundmark T & Elfving B (1999). *The effect of water and nutrient availability on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden*. Forest Ecology and Management **119**: 51-62
- Bergh, J, Linder S, Morén AS, Lindroth A, Roberntz P (2000). *Skogens kolbalans - många faktorer inverkar*. Fakta skog nr 15 2000
- Bernes C (2003). En varmare värld - växthuseffekten och klimatets förändringar. Monitor 18. Naturvårdsverket och SweClim 2003. AB Danagårds Grafiska Ödeshög, 2003. ISBN 91-620-1228-2.
- Bogren J, Gustavsson T & Loman G (2006). Klimatförändringar – Naturliga och antropogena orsaker, 2:a uppl. Studentlitteratur 1998, 2006. ISBN 91-44-04467-4
- Boström B (2003). *Kyotoprotokollet styr kampen mot klimatförändringar*. Miljötrender nr 3 2003. ISSN 1403-4743
- Christensen T.R & Keller, M (2002). Element Interactions and Trace Gas Exchange, Interactions of the Major Biogeochemical Cycles: Melillo J. M *et al* Global change and human impact, 2003, sekundär, från Goodale *et al.* (2002). Forest carbon sinks in the northern hemisphere. Ecological Applications **12** : 891-899
- Ericsson E & Johansson M-B (2004). *Skogen en nyckelroll i klimatarbetet*. LUSTRA årsrapport 2004
- Flanagan L.B, Wever L.A & Carlson P.J (2002). *Seasonal and interannual variation in carbon dioxide exchange and carbon balance in a northern temperate grassland*. Global Change Biology. **8**: 599-615
- Granier A, Ceschia E, Damesin C, Dufrene E, Epron D, Gross P, Lebaube S, le Dantec V, Le Goeff N, Lemoine D, Lucot E, Ottorini M, Pontailler J.Y, Saugier B (2000). *The carbon balance of a young Beech forest*. Functional Ecology 2000. **14**: 312-325
- Grelle A (2006). *Skogstillståndet påverkar kolflödet*. Skogen - mot oljeberoendet för klimatmålen. SLU ISBN: 91-576-7185-0
http://skogskonferens.slu.se/dokumentation/Dokumentation_Skogskonferensen_2006.pdf, hämtad 2007-05-22
- Grelle A, Klemendtsen L, Lindroth A & Weslien P (2004). *Vi följer skogens andetag*. LUSTRA årsrapport 2004
- Henriksson K (2007) *SLU bidrar till Sveriges klimatrapportering*. Miljötrender SLU nr 3 2007 tema klimatpåverkan http://www-miljo.slu.se/dokument/MT3_07.pdf, hämtad 2007-09-06
- Houghton, J (2004). *Global Warming* Cambridge University Press

Hyvönen R, Agren G, Linder S *et al* (2007). *The likely impact of elevated CO₂ nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: a literature review*. *New Phytologist* **173**: 463-480

IPCC (1997) Revised IPCC Guidelines, 1997

IPCC (2000) Summary for policymakers, Land use, Land-use Change, and Forestry

IPCC (2001) Climate Change 2001: The scientific basis.

IPCC (2007) Sammanfattning för IPCC's rapport WG1 2007

Janssens I, Freibauer A, Ciais P, Smith P, Nabuurs G-J, Folberth G, Schlamadinger B, Hutjes R, Ceulemans R, Detlef Schulze E, Valentini R, Dolman J (2003). *Europe's Terrestrial Biosphere Absorbs 7-12 % of European Anthropogenic CO₂ Emissions*. *Science* **300**: 1538-1542, 6 June 2003

Jansson P-E, Svensson M, Grelle A, Weslien P & Gustafsson D (2004). *Modellen och verkligheten*. LUSTRA Årsrapport 2004

Johansson D (2007). *A scenario based analysis of land competition between food and bioenergy production in the US*. *Climate Change* **82** (3-4): 267-291, 2007

Johansson M-B. & Strömberg M (2006). *Skogsskötseln påverkar skogens kolförråd*. Skogen - mot oljeberoendet för klimatmålen. SLU, ISBN: 91-576-7185-0
http://skogskonferens.slu.se/dokumentation/Dokumentation_Skogskonferensen_2006.pdf, hämtad 2007-05-22

Lagergren F, Grelle A, Lankreijer H, Mölder M & Lindroth A (2006). *Current Carbon Balance of the Forest Area in Sweden and its Sensitivity to Global Change as Simulated by Biome-BGC*. *Ecosystems* **9**: 894-908, 2006

Lagergren F (2007) muntlig kontakt september 2007
046-2223976, fredrik.lagergren@nateko.lu.se
Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys, Lund universitet

Lenner M (1993). *Energiförbrukning och avgasemissioner för olika transportfordon*. VTI meddelande 718
<http://www.vti.se/EPiBrowser/Publikationer/M718.pdf>, hämtad 2007-03-27

Linder S & Olsson P (2005). *Gödslande granar binder kol bättre*. Notiser 7, SLU, november 2005
<http://www2.slu.se/forskning/2005/notiser/notiser05-07.pdf>, hämtad 2007-05-25

Markkula.A (2007). mailkontakt februari 2007 arto.markkula@sygenta.com
Syngenta Crop Protection A/S, Loukkutie 4, 21110 Naantali, FINLAND

McGuire A.D, Sitch S, Clein J.S *et al*. (2001). *Carbon balance of the terrestrial biosphere in the twentieth century: analyses of CO₂, climate and land use effects with four process-based ecosystem models*. *Global Biogeochemical Cycles* **15**: 183-206.

Morales P, Sykes M, Prentice I *et al*, (2005). *Comparing and evaluating process-based ecosystem model predictions of carbon and water fluxes in major European forest biomes*. *Global Change Biology* **11**: 2211-2233.

Morén A- S, Grelle A & Lindroth A (2002). *Kolbalansen i svenska skogar*. Faktaskog nr 2.
<http://www2.slu.se/forskning/fakta/faktaskog/pdf00/S00-02.pdf>, hämtad 2006-05-04

- Naturvårdsverket (2003). *Begränsad klimatpåverkan, underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Rapport 5316. ISBN 91-620-5316-7
- Naturvårdsverket (2006). Sweden's National Inventory Report 2007, submitted under the United Nations Framework Convention on Climate change. ISBN 91-620-5451-2
- Nilsson C, Büchs Z, Klukowski A, Luik B, Ulber B & Williams I.H (2006). *Design of an ICM field experiment and comparison and evaluation of a conventional and an ICM farming system*. Final report of EU project "MASTER" QLK5-CT-2001-01447 July 2006
- Nilsson I (1997). *Att använda kemiska bekämpningsmedel*. SJV, Grundhäfte 97/98
http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/att_anv_kem_bek_medel/AKB97-01/AKB97-01.BAK, hämtad 2007-08-14
- Olsson S (2001). *Skogen motverkar växthuseffekt, Lagrar kol*. Forskning pågår, Tema skog 2001, SLU <http://www.info.slu.se/verksamhet/pdf/forskningpagar2001.pdf>, hämtad 2007-05-21
- Rosen M (2007). Mail kontakt mars 2007 maria.rosen@syngenta.com
Market Support Manager, NordicSyngenta Crop Protection A/S Strandlodsvej 44 DK-2300
Köpenhamn S Danmark
- SCA (2002). Miljöredovisning 2002, SCA forest products
- SCB (2006). *Energistatistik för flerbostadshus 2005*.ISSN 1404-5869 Serie EN-Energi.
http://www.scb.se/statistik/EN/EN0101/2005A01/EN0101_2005A01_SM_EN16SM0602.pdf, hämtad 2006-01-20
- Stern (2006). *The Economics of Climate Change – the Stern Review*.
Text hämtad från artikeln *Stern report: the key points*. Hilary Osborn, Guardian (2007-10-30)
<http://environment.guardian.co.uk/climatechange/story/0,,1935211,00.html>, hämtad 2007-05-21
- Wahlander J (2004). *Förutsättningar för en minskning av växthusgasutsläppen från jordbruket*. Jordbruksverket, Rapport 2004: 1
http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra04_1.pdf, hämtad 2007-01-21
- Warfvinge P (1997). *Miljökemi, Miljövetenskap i biogeokemiskt perspektiv*, Lund: KFS i Lund AB.
- Whiting G.J & Chanton J.P (2001). *Greenhouse carbon balance of wetland: methane emission versus carbon sequestration*, Tellus, **53B**: 521-528
- Westin J (2007). *Energi – användning och utsläpp*. SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF. Hållbarhet i svenskt jordbruk. ISBN 978-91-618-1368-1

Internetkällor

Avfall Sverige (2007) <http://www.rvf.se>, hämtad 2007-02-15

CEM (2007) Centrum för energi- och materialåtervinning
<http://www.avfallsforskning.se/energi.htm>, hämtad 2007-05-15

Consitio Klimatbalans (2007) <http://www.klimatbalans.se>, hämtad 2007-03-15

EEA (2004). Europeiska miljöbyrån. *Biobränslen som drivmedel: Om kopplingar till energisektorn och jordbrukssektorn*. EEA Briefling 2004 www.eea.eu.int, hämtad 2007-03-21

Ekonomifakta (2006)
http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Miljo/Luft_och_klimat/Koldioxideffektivitet/, hämtad 2007-06-01

Energimyndigheten (2006)
Energiläget i siffror 2006/Energy in Sweden facts and figures 2006 www.energimyndigheten.se, hämtad 2007-06-5

Energirådgivning (2005)
<http://www.energiradgivningen.se/miljo.html>, ansvarig utgivare: Andersson C, hämtad 2007-05-24

EU a (2007) http://ec.europa.eu/agriculture/envir/index_sv.htm#climate, hämtad 2007-02-03

EU b (2007) <http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/>, hämtad 2007-06-02

FAO (2007) Food and Agriculture Organization of the United Nations
<http://www.fao.org/forestry/site/32183/en/aut/>, hämtad 2007-04-21

Högstad (2006) <http://www.hogesta.se/>, hämtad 2006-11-06

Kemikalieinspektionen (2006)
<http://apps.kemi.se/bkmregoff/infoPreparat.cfm?text=4219>, (senast uppdaterad 2006-05-15) hämtad 2007-07-16

Kirschbaum M.U.F, Eamus D, Gifford R.M, Roxburgh S.H, Sands P.J (2001). *Definitions of Some Ecological Terms Commonly Used In Carbon Accounting*.
http://www.greenhouse.crc.org.au/crc/ecarbon/publications/nee/chapter_definitions.pdf, hämtad 2007-08-15

Miljömål (2006)
<http://www.miljomal.nu>, ansvarig utgivare: Andrén R (senast uppdaterad 2006-11-16) hämtad 2007-05-31

Monsanto (2007) <http://www.monsanto.se/roundup/produktfakta.cfm>, hämtad 2007-07-16

Naturvårdsverket a (2007)
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Nedre-meny/For-press/Pressmeddelanden/De-globala-utslappen-av-koldioxid-behover-minska-kraftigt/>, hämtad 2007-05-23

Naturvårdsverket b (2007)

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Klimatpolitiken/Utslapp-av-vaxthusgaser/Utslapp-1990-2005/> (senast uppdaterad 2007-03-19) hämtad 2007-04-20

Naturvårdsverket c (2007)

http://www.naturvardsverket.se/upload/05_klimat_i_forandring/pdf/emissionsdata_koldioxid.pdf, hämtad 2007-01-21

Regeringen (2005). *Nationell klimatpolitik i global samverkan*, Regeringens proposition 2005/06:172

<http://www.regeringen.se/sb/d/5968/a/60778>, hämtad 2007-02-01

Respect (2007) <http://klimatneutral.se/> hämtad 2007-07-05

SMHI (2007)

<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=7776&l=sv> (uppdaterad 2007-04-04) hämtad 2007-04-29

SNF a (2007) Sveriges Naturskyddsförening

<http://www.snf.se/verksamhet/internationellt/klimat-kyotoavtalet.htm>, hämtad 2007-05-25

SNF b (2007)

<http://www.snf.se/snf/co2/index.asp>, hämtad 2007-05-25

Stockholm stad (2007)

<http://www.stockholm.se/Extern/Templates/InfoPage.aspx?id=119615>, hämtad 2007-02-03

UNFCCC (2007) United Nations Framework on Climate Change

http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/items/3145.php, hämtad 2007-04-21

Vägverket (2007) <http://www.vv.se>, hämtad 2007-03-27

Appendix

FRÅGEFORMULÄR

Detta frågeformulär är tänkt att användas som underlag i ett examensarbete i Naturgeografi, i vilket en koldioxidbudget för verksamheten i Högestad ska beräknas.

Frågeformuläret är indelat i 7 olika delar.

De fyra första är indelade efter verksamhetsområden

I Jordbruk **II Skogsbruk** **III Fastigheter/Byggnader** **IV Viltvård/Djurhållning**
a) byggnader
b) uppvärmning
c) elförbrukning

De tre övriga berör alla verksamhetsområden

V Maskiner/fordon **VI Transport** **VII Avfall**
a) personal
b) import
c) export

Vänligen läs igenom hela formuläret innan frågorna besvaras. Snarlika frågor kan nämligen förekomma på flera ställen. Om frågorna är för specifika får ni gärna svara mer generellt om det som berörs, det räcker t.ex. med ett ungefärligt värde på ytor och av mängder. Ni kan även själva avgöra vilken enhet som är mest lämplig, trots att exempel ges.

Är tacksam för så utförliga svar som möjligt. Om ni inte kan besvara frågan exakt, skriv det ni tror kan beröra ämnet. I slutet av varje del finns det utrymme ("annat ni vill tillägga...") för att lämna ytterligare information om något ni anser kan vara av betydelse.

Tack på förhand!

Mvh Maria Agardh

Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys (INES)

Vid eventuella frågor kontakta mig gärna via telefon eller mail

telnr: 0707-128616

maria.agardh.004@student.lu.se

Besvarat formulär returneras till:

Anja Rammig

Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemsanalys,

Lund Universitet

Sölvegatan 12

22362 Lund

I **JORDBRUK**

Denna del berör vilka grödor som odlas, hur stor yta jordbruksmarken upptar, vilka bekämpningsmedel och konstgödsel som används, mängden konstbevattning samt allmän skördeteknik m.m. Djurhållning och betesmark tas upp i delen Viltvård/djurhållning.

1. a) Hur stor yta är jordbruksmark? *ca. 1373* (ha) (om möjligt exklusive betesmark)

b) Hur stor yta ligger i träda? (dvs mark som inte används för odling. Redogör gärna varför och hur länge marken "vilar")

90 ha (ha)

*Träderna ligger i olika åker. Mellan åkerna ligger i 5-10 m
längd de betas.*

2. a) Ange vilken typ av gröda som odlas (ex sommarvete..) *Alla siffror modern*
b) Ange hur stor area grödan upptar (ha)
c) Hur stor avkastning ger grödan? (ex kg/år eller ton/år) *gäller 2006*

a) typ av gröda	b) area (ha)	c) avkastning (kg/år, ton/år) kg
<i>Mästareps</i>	<i>231</i>	<i>569 000 kg</i>
<i>Mästareps</i>	<i>235</i>	<i>6 115 000 kg, 1170630 kg</i>
<i>Råg</i>	<i>409</i>	<i>270 2790 kg</i>
<i>Säckerbete</i>	<i>117</i>	<i>6 321 000 kg</i>
<i>Vall</i>	<i>203</i>	<i>800 000 kg</i>
<i>Växvete</i>	<i>118</i>	<i>382400 kg</i>
<i>Ärningsgräs</i>	<i>13 ha</i>	
<i>Silv</i>	<i>11,5 ha</i>	
<i>Östergård</i>		
<i>Nyttgräs</i>		

Hydrokol nit	930 kg	26 kg
K-45	39398 kg	5116 kg
Mergjord nit	931 kg	484.58 kg
M. kaplan	916 kg	324.10 kg
N.34	12240.1 kg	432.25 kg
N-D32-2	50059 kg	274.88 kg
N.5.27-7	329312 kg	888.64 kg
PK-7-25	99704 kg	65.85 kg

5.a) Vilken typ av bekämpningsmedel används?

b) Hur mycket bekämpningsmedel används (t.ex. kg/ha/år)?

(Summan av allt bekämpningsmedel ska anges i fråga 34)

c) Ange för vilken gröda det används

d) Hur mycket bekämpningsmedel används för de olika grödorna (t.ex. kg/ha/år)?

a) typ av bekämpningsmedel	b) total mängd (kg/ha/år)	c) vilken gröda	d) mängd (kg/ha/år)
Amistar	112 l		387
Acelen	427 l		429
Acione S	331 l		152
Bocco 20	49 l		87.91
Basigra MIRA	109 l		107
Butezo S	296 l		147.82
CCP 10 S	296 l 572 l		296.1
Cermet	71 l		356
Conquer	427 l		429.1
Express	106 l		56.65
Faster	63 l		147.82
Focus Ultra	389 l		213
Gallix	426 kg		399.3
Herbim 20	18 l		99.1
Kemifan	575 l		399.3
Lisapalbio	6 l		29.75
Mivark	98 l		492.2
Perkon	68 l		399.3
Primo 20	5 l		45
Pyrimor DIF	29 kg		71
Roundup	1058 l		325.15
Sofadi	749 g		32.5
Sterone 180	22 l		187.6
Sterco	198 l		342.75
Terron	100 l		100

5867 L

3 (33)

535,20 kg

Tillhör 3180

8. Annat ni vill tillägga inom **jordbruk**?

jordbruk, skogsbruk, fiskeri

II SKOGSBRUK

Denna del berör skogsbestånden, vilka trädslag som finns och generella skötselåtgärder. Vad som händer med t.ex. virket, efter avverkning tas däremot upp i delen export

9. Hur stor yta är skogsmark? 6979,2 (ha)

10. a) Ange vilken typ av skog (om möjligt ange t.ex. gran, bok, annars löv, barr)
 b) Hur stor area utgör bestånden (ha)?
 c) Vad är genomsnittsåldern på träden (år)?
 d) Hur stor är avkastningen (tex. m³ virke/år)?

a) typ av skog	b) area (ha)	c) genomsnittsålder (år)	d) avkastning (m ³ virke/år)
Tall	596,9	60	599
Gran	322,7	49	41909
Lärk	93,9	3,4	3
Bok	150,7	96	2668
Björk	632,4	5,3	347
Al	396,7	6,3	643
EK	102	90	502
Ask	30,3	77	33
Asp	31,6	38	= 5167
Ambok	3,5	77	
Överläv	8,6	9	
Vindbjörd		77	
Asp	8,8	73	
Sjöl	0,3	61	
Korsbär	2,2	9	
Lind		82	
Lilja	3,6	91	
Alm		101	
Figelbär	1	19	
Adelgran	0,6	6	

summa: 1167
 52378 m³virke/år
 20 000 m³virke/år

Blomning - 40 000 m³virke/år

M. Agardh

3167

11. a) Vilken **jordart** växer de olika bestånden på (om möjligt ange även area)?
(Finns inga uppgifter om detta går det även bra med en mer generell beskrivning, t.ex. om jordlagret är djupt, vått etc.)
b) Övrigt

typ av skog	a) jordart och yta (ha)	b) övrigt
Uttagsmark		
Vannensida	Marer gring	
Korslag	Bållsved	
	135/1000	Se bilaga 1
Högstads		
Vannensida	Marer	
Korslag		
Marer bok		
Samtliga		

12. Vilken typ av **skötselåtgärder** vidtas?

Redogör gärna kortfattat de olika stegen från hyggesfas till slutavverkning (tex. när sker markberedning, när och hur sker återbeskogning (plantering eller sådd/naturlig förnygring), hur ofta sker röjning/gallring, när sker slutavverkning etc.)

- 30 0 markberedning - plejning
6 Röjning
14 - " -
23 Gallring 1. ~20% + stickvägar
24 Gallring 2. ~20%
35 Gallring 3. ~20%
Osv rest 6:te år, dock ingen gallring de sista 15 åren
innan avverkning.
Väntande slutavverkning

7 (33)

13. Annat ni vill tillägga inom **skogsbruk**?

utan de övergåtar gradvis i varandra (Malmberg Persson, 2000). För moränen har en standardytta per volym räknats fram med hjälp av provpunkter för jordartskartan, enligt följande formel (Holmqvist et al., 2002):

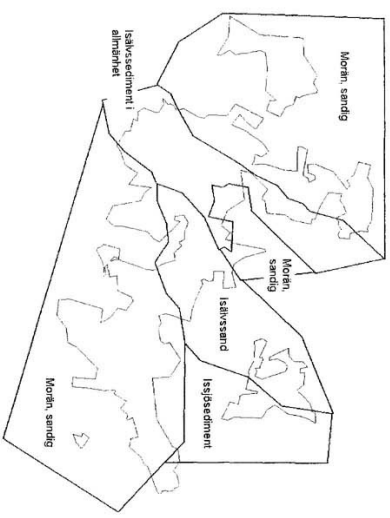
$$\text{Area}=(8 \cdot X_{\text{gr}}+2 \cdot 2 \cdot X_{\text{silt}}+0 \cdot 3 \cdot X_{\text{sand}}+0 \cdot X_{\text{grus}}) \cdot \rho_{\text{bulk}} \cdot 1000 [10^6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}] \quad (5)$$

$$\text{där } X_{\text{gr}} + X_{\text{silt}} + X_{\text{sand}} + X_{\text{grus}} = 1$$

Ett medelvärde för de provpunkter som ligger inom det aktuella moränområdet användes för att klassificera texturområdet "sandig morän". Med bulkdensiteten 1000 kg m⁻³ blev medelvärdet 0.64 och klassen därmed 3 (Tabell 6).

Texturklass	Textur	Area (10 ⁶ m ² m ⁻³)
1	blockig/stenig	0,15
2	grusig	0,28
3	sandig	0,69
4	sandig-moig	0,70
5	sandig-moig	0,90
6	moig	1,5
7	mjällig	3,0
8	lerig	6,5
9	lössmark	12,5

Tabell 6: Texturklasser i PROFILE (Wärvinge och Sverdrup, 1995).

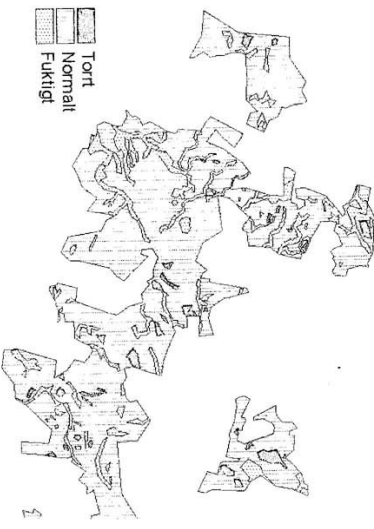


Figur 7: Texturindelning enligt jordartskartan (Kartbladen: "Ae65: Tomelilla SO/Simrishamn SV" och "Ae135: Tomelilla NO).

Isällvsediment i allmänhet och isällvsand av s ha en nå högre partikelstorlek och gavs därmed en lägre klassning än moränen (k-urklass=2). Vad gäller sedimentet antogs detta ha mindre korntorlek än både morän och materialer från

4.2.3 Fuktighet

Vitrings storlek påverkas av hur fuktig marken är. En förutsättning för mineralens yta är i kontakt med fukt. Detta innebär att en fuktigare mark vittring. Även här gjordes en grov klassning utifrån kartor, den topografiska gröna kartan (Länsmäteriets terrängkarta, kartbladen: "2D" och "2D NO Tomelilla"). Marken delades in i tre klasser: fuktig, ic (Figur 8). Dessa antogs motsvara fuktighetsklasserna 4, 3 och 2 (Wärvinge och Sverdrup, 1995). Högst belägna områden klassades i områden nedanför branter och längs vattendrag klassades som i kompletteringar gjordes med hjälp av utmärkta mossar och kärr i skogsb



Figur 8: Fuktighetsklassning utifrån gröna kartan och skogsbruksplanen.

För punkter i området där texturen är klassad som "isällvsediment i "isällvsand" har klassen justerats ned med 1, jämfört med kartan i figur på att i denna typ av avlagringar som till största delen består av sand är hög, vilket innebär att marken är dålig på att hålla kvar fukt.

4.2.4 Temperatur, Nederbörd och Avvinning

Dessa data är hämtade från SMHI:s rikstäckande kartor med medelvärd 1961-1990. Från nederbörds- och avrinningskartorna har ett medelvärde och använts för hela området. Temperaturen är hämtad årsmedeltemperaturkarta 1961-1990. Värdet finns i tabell 2.

+

Skogsbruk bilag 2-7

en på humuslaget sattes till 15 cm. Detta gjordes med en humusjockleksskarta där intervallt 13-16 cm anges för det räksskogstaxeringen finns data för e-lagrets tjocklek. Baserat på 6 timnehof (0,05, 0,02, 0,09, 0,02, 0,04 samt 0,02 m) antogs värdet för det

ades som en procent av totala tillförseln, alltså vitring (V) och andra procent av motsvarar vad träden inte kan ta upp och är tabellen (9) nedan visas använda värden på rorefektivitet (E), det är träden maximalt kan ta upp av tillgängliga näringsämnen. Den är utläkningen (L), enligt formel:

$$+ D) \cdot (1 - E) \quad (8)$$

it ger den minsta möjliga läkningen och kan därför sägas vara ett

Trädslag	E (Roefektivitet)
Gran	~85 %
Tall	~90 %
Löv (Björk)	~90 %
Bok	~95 %
Ek	~97 %

slags rorefektivitet. Dessa värden är framtagna i en tidigare studie genom olika data för vitring, deposition, uppbyggnad och utläkning (Holmqvist et al., 2003). Träd beräknades för uttagnen utifrån boniteten och värden i följande formel:

$$\text{bonitet} \cdot 0,80 \cdot p \cdot x / E, \quad (9)$$

är B är boniteten ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$), p är trädets densitet ($\text{kg m}^{-3} \text{år}^{-1}$), x är värdet i trädets (kg) och E är ekvivalent vikt för näringsämnet för idslaget, antogs att uttaget är 80 % av boniteten och att allt uttag görs i

	Ca	Mg	K	P
n	0,14	0,02	0,07	450
	0,10	0,02	0,05	500

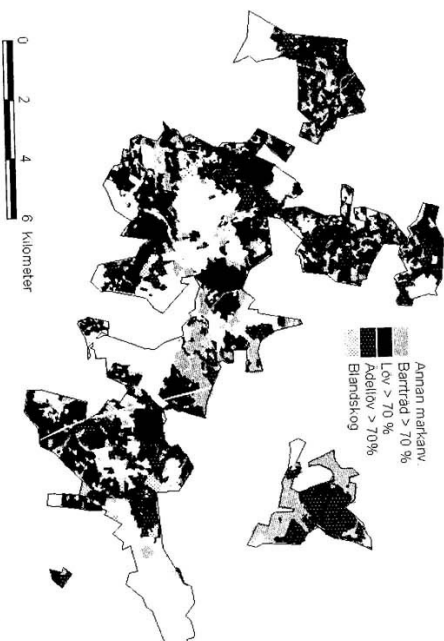
För bätkraftsberäkningar ändrades utseendet på formeln till:

$$B_{\text{bätkraft}} = U \cdot p^{\text{sammar}} \cdot E / x, \quad (10)$$

där B är bätkraftigt uttag ($\text{m}^3 \text{sammar}^{-1} \text{år}^{-1}$) och U är det upptag av näringsämnen som är bätkraftigt, det vill säga de näringsämnen som finns kvar (kap. 3, formel (2)).

4.5 Övrigt

Trädslagsfördelningen på Högestas ägor är idag 50 % gran, 10 % tall och 40 % lövträd varav 25 % är bok, resterande 10 % är andra lövträd (Håkan Larsson, pers. komm. 2003). Ägarnas målsättning är att på sikt ha en trädslagsfördelning på 40 % barr och 60 % löv, det vill säga förskjuta mot att ha mer lövskog än idag. I denna studie ingår skogsmarkerna runt Christinehof (Figur 10).



Figur 10: Karta över skogsfördelningen i Christinehof (Skogsbruksplanen för Svensboda och Traneshoda).

Ar	Åtgärd
0	Markberedning/Plantering
6	Röjning
14	Röjning
23	Gallning 1: ~20 % + stickvägar (~10 %)
29	Gallning 2: ~20 %

Bostadsbyggnader

a) typ av byggnad	b) yta (m ²)	c) uppvärmning
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Total yta (m²)

15. Annat ni vill tillägga inom byggnader?

b) UPPVÄRMNING

16. Vilken typ av uppvärmningssystem/energisystem finns?

Fjärrvärme	.....
Elvärme	.....
Olja	.....
Annat	.....	Vilket
	
	
	
	

se bilaga 1

17. a) Hur stor är den totala energiförbrukningen i varje uppvärmningssystem? (t.ex. kWh/år, m³)
 b) Hur stor är energiförbrukningen i företagsfastigheterna?
 c) Hur stor är energiförbrukningen i bostadsfastigheterna?

Energisystem	a) total (kWh/år, m ³)	b) företag (kWh/år, m ³)	c) bostäder (kWh/år, m ³)
Fjärrvärme	<i>99 0000 kg kol/år</i>	<i>kg kol/år</i>	<i>totalt kol/år bostäder</i>
Elvärme
Olja	<i>0</i>	.....	.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

*efter omräkning
 304877
 köp 7787
 totalt 35026*

592 000 950 00 kWh/år

20. Annat ni vill tillägga inom **uppvärmning**?

c) **ELFÖRBRUKNING** (exklusive uppvärmning)

21. a) Hur stor är den totala **elförbrukningen** (exklusive uppvärmning) (t.ex. kWh/år, m³)? Totalt: 904.99 (kWh/år, m³)

b) Hur stor är elförbrukningen i företagsfastigheterna? 769881

c) Hur stor är elförbrukningen i bostadsfastigheterna?
enbart personbegränsat enh. Man² 70999 35036

CO förbruk

22. a) Vad förbrukar el inom verksamheten (belysning/maskiner/annat)?

b) Hur stor är elförbrukningen för de olika produkterna? (t.ex. kWh/år, m³) *Här inte möjligt att*

c) Om möjligt ange hur stor elförbrukningen är inom de olika verksamhetsområdena *bedrivs.*

a) produkter	b) förbrukning (kWh/år, m ³)	c) verksamhet och förbrukning (kWh/år, m ³)
Belysning	..... (kWh/år, m ³)	..... (kWh/år, m ³)
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Övrigt. (t.ex. hur stor är årsförbrukningen av lysrör, glödlampor, lägenenergilampor etc.)
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

23. Annat ni vill tillägga inom elförbrukning?

öppna och lukade
Elanvändning Totalt 804817 kWh/a/m²
Inomhus
Ute

Uppvärmningssystem
kWh

100 kWh/a/m²

18,8 kWh/a/m²
~~19 kWh/a~~
15 kWh/a/m² el

Generellt svar (2007)

ca 100 kWh/a
el 18,8 kWh/a/m² 2007
15 kWh/a
ca 100 kWh/a/m²
Generellt svar

Festigheter

Bilaga 1

Objektnr	Uppvärmningssystem				kvm	Typ biobränsle	Övrigt
	Oljedrift	Eldrift	Biobränsle	C-värme			
2106		1			80		
2130			1		150	Pellets	Personalbostad
2131		1			25		
2135			1		112	Ved	
2137			1		150	Pellets	
2140			1		270	Bergvärme	
2141		1			68		
2142		1			80		
2143		1			76		
2144		1			95		
2145		1			50		
2157		1			70		
2158		1			90		
2162		1			66		
2163			1		135	Ved	
2164		1			50		
2167			1		130	Ved	
2168			1		300	Pellets	
2169			1		108	Ved	
2175		1			78		
2215		1			126		
2216		1			122		
2217		1			78		
2219		1			130		
2228			1		118	Ved	
2301		1			73		
2307		1			210		
2313			1		140	Ved/pellets	
2341		1			140		Personalbostad
2353			1		150	Halm	Personalbostad
2355	1				203		
2357	1				100		
2369	1				214		
2370				1	65		
2371				1	120		
2372				1	60		
2373				1	150		
2374				1	77		
2376	1				100		
2379	1				100		
2380	1				100		
2381				1	152		
2385				1	336		
2386				1	100		
2387				1	97		
2388				1	40		
2389				1	94		
2390				1	97		
2391				1	90		
2392				1	106		
2393				1	106		
2394				1	181		
2395				1	142		
2396				1	200		halva kontors
2398				1	213		
2399				1	85		
2400				1	91		
2401				1	116		

→ Rind

2402				1	110		
2403				1	70		
2404				1	40		
2406	1				85		
2412			1		107	Ved	
2421				1	252		
3136		1			80		Kontor/personal
3044				1	50		Kontor/personal
3048				1	90		Personal
3046				1	125		Verkstad
3035				1	70		
5102			1		168	Ved	
5117	1				136		
5122			1		189	Ved	
5125			1		84	Ved	
5129		1			52		
5178		1			126		
5203	1				56		
5206		1			136		
2214				1	260		
5214.03				1	105		
5214.04				1	88		
5226		1			90		
5227		1			96		
5301.01			1		160	Spannmål	
5301.02	1				180		
5302			1		136	Spannmål	
5303	1				136		
5315	1				144		
5318			1		102	Ved	
5321	1				120		
5328	1				100		
5343	1				126		
5346	1				126		
5347	1				136		
5348		1			138		
5349	1				144		
5375	1				184		
5413	1				133		
5417	1				198		
5418			1		230	Ved	
5420	1				140		
Summa	22	26	19	33	12303		
Procent	22%	26%	19%	33%			
Update							
Stig Thulin	20070125						Objekt som börjar på 2 år hyresbostäder.
							Objekt som börjar på 3 år personal/kontor etc.
							Objekt som börjar på 5 år arrendebostäder.
							När det gäller hyres- och arrendebostäder
							så har företaget inte insyn i förbrukningen.

25. Hur stor yta är betesmark (t.ex. ha)?

Ange om möjligt typ av betesmark?

Vilt *gär inte att specificera* (ha)

.....
.....
.....

Boskap *283,6 ha* (ha)

.....
Detta är enbart den betesmark som brukas av Högestad och Christiania Hof Föruktning AB. Det är inte de betesmarker som brukas av ärendetörarna.
.....
.....

26. a) Hur stor yta är våtmark? *~ 510 ha? 180 ha* (ha)

b) Hur stor yta är vatten (sjö etc.)? *svårt att specificera* (ha)

27. a) Hur stor yta är övrig mark? *ca 500 ha* (ha)

b) Exempel på övrig mark (ej jordbruks- eller skog).

..... (ha)
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

28. Annat ni vill tillägga inom **viltvård/djurhållning**?

typ (lastbil, personbil etc)	antal (st)	ålder
Transport <i>Personbil transporter</i>	1	<i>2004 de 11</i> -04
<i>" "</i>	1	-04
<i>" "</i>	1	-02
<i>" "</i>	1	-01
<i>" "</i>	1	-99
<i>" "</i>	1	-96
<i>" "</i>	1	-96

typ	antal (st)	ålder
Övrigt <i>Bil 400</i>	1	<i>2005 de 11</i> -05
<i>MC 4-hjuling</i>	1	-99
<i>Trädgårdstökmaskin</i>	1	-09
<i>Våghyvel</i>	1	-82

30. a) Vilken typ av bränsle används för de olika maskinerna/fordonen? (tex. bensin, diesel, etanol, biogas, naturgas etc.)
 b) Hur stor är bränsleförbrukningen? (tex. l/100km eller km/bränsle/timme)
 c) Övrigt

typ av maskin/fordon	a) bränslesort	c) bränsleförbrukning	d) övrigt
<i>se bilaga</i>			
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

31. Annat ni vill tillägga inom **maskin/fordon**?

Maskiner

Bränsleförbrukning Högstad och Christinehof Förvaltnings AB år 2006						
Diesel	l/år					
Traktorer växtodling	105657					
Tröskor	17633					
Bilar jakten	6636					
Bil skogen	2989					
Traktor 7810	1835					
BM 400	118					
Traktor skogen	1036					
Trädgårdstraktor	385					
VW Caddy	707					
Våghyvel	2969					
Totalt	139965	130 - 130	11/2006			
Bensin - 95 oktan						
Bilar växtodling	6494					
Bil	572					
MC 4-hjuling	302					
Totalt	7368					

Bilaga 1

130 - 130

VI TRANSPORT

Denna del är uppdelad i a) personal, b) import och c) export. Berör främst transportsträcka, men även vad de olika produkterna och annat som t.ex. ska exporteras kommer att användas till.

a) **PERSONAL**

32. Antal anställda? ...23..... (st)

33. Färdmedel och sträcka till och från arbetsplats?

a) färdmedel b) antal c) färdsträcka (t.ex. km/år, mil/år)

Personbil Ensam 18... 12131 mil/år

Samåker

Buss

Tåg

Cykel/gå 5..... ..

Annat

32. Färdmedel och sträcka inom arbetet (tjänsteresor)?

a) färdmedel b) färdsträcka (t.ex. km/år, mil/år)

Personbil 788 mil/år

Buss

Tåg

Flyg

Annat

33. Annat ni vill tillägga för personal?

b) **IMPORT**

Denna del tar upp vilka produkter och annat som tas till Högestad utifrån. Alltså allt som inte produceras på plats inom verksamheten. Indelat i jordbruk, skogsbruk och viltvård/djurhållning.

34. a) Vad **importeras** inom verksamheten?
 b) **Hur mycket** importeras? (ex. kg/år, ton/år)
 c) **Varifrån** sker importen? (tex. Polen, 20 km bort etc.)
 d) Typ av **transport**? (tex. lastbil, båt etc.)

*se i rapporten då inget annat
och inte ingår i*

Jordbruk

a) varor	b) mängd	c) varifrån	d) typ av transport
Säd	.....	.....	.....
Konstgödsel	.....	.....	.....
Bekämpningsmedel	<i>50 jordbruks delar</i>	.....	.....
.....
<i>Ris</i>	<i>~ 50900 kg</i>	<i>Tyskland</i>	<i>bil/lastbil</i>
<i>villfö</i>	<i>~ 3300 kg</i>	<i>Sve/Dan/Holland</i>	<i>- " -</i>
<i>Sockerbete</i>	<i>~</i>	<i>Italien</i>	<i>- " -</i>
.....
<i>Besl 1 (Korn)</i>	<i>~ 9376 kg</i>	<i>Tyskland</i>	<i>bil/lastbil</i>
<i>K-95</i>	<i>~ 39388 kg</i>	<i>- " -</i>	<i>- " -</i>
<i>N37</i>	<i>~ 12270 kg</i>	<i>Litauen</i>	<i>- " -</i>
<i>N5 27-7</i>	<i>~ 32931 kg</i>	<i>Landskrona (svan)</i>	<i>Lastbil</i>
<i>N-P 32-2</i>	<i>~ 50058 kg</i>	<i>Blind</i>	<i>Bil/lastbil</i>
<i>PK 7-25</i>	<i>~ 9970</i>	<i>Landskrona (svan)</i>	<i>Lastbil</i>
.....
.....

Skogsbruk

a) varor	b) mängd	c) varifrån	d) typ av transport
ex. plantor
<i>~ 150000 st plantor</i>	<i>.....</i>	<i>6 mil</i>	<i>Lastbil</i>
.....
.....
.....

35. Annat ni vill tillägga inom **import**?

37. Annat ni vill tillägga inom **export**?

Ar	Medel 91-	2004	2003	2002	2001	2000	h-99	98/99	97/98
Total volym	56 058	39 656	36 876	40 925	28 472	194 251	11 529	46 665	50 087
Sortiment	Alla matt i m3fub								
Bok	6 439	6 864	4 763	5 219	4 555	9 490	2 178	9 807	8 632
Stock m3fmi	1 561	1 009	1 374	1 208	1 210	2 853	1 134	2 714	988
Kubb m3f	573	2 187	873	396	178	296	242	58	351
Mav m3f	4 305	3 668	2 516	3 615	3 167	6 341	802	7 035	7 293
Ek	788	1 293	463	212	323	828	158	584	2 439
Stock m3fmi	138	17	35	0	65	214	95	10	669
Kubb m3f	103	338	67	34	20	0	0	0	361
Mav/vved m3f	547	938	361	178	238	614	63	574	1 409
AI	744	117	1 340	1 158	1 891	962	0	190	295
Stock m3fmi									
Kubb m3f	63	4	45	173	238	41	0	0	0
Mav m3f	682	113	1 295	985	1 653	921	0	190	295
Bljotr	890	890	1 453	918	692	1 565	143	942	516
Stock									
Kubb	1	0	0	5	0	0	0	0	0
Mav	889	890	1 453	913	692	1 565	143	942	516
Ask	233	0	474	619	50	21			
Stock									
Kubb	34	0	0	130	21	21			
Mav	198	0	474	489	29	0			
Ovrigt lov	860	714	0	492	319	1 525	1 100	947	1 782
Stock									
Kubb	13	38	0	0	0	18	8	40	0
Mav	14	96	0	9	0	0	4	0	0
Gran	833	580	0	483	319	1 507	1 088	907	1 782
Stock	44 450	26 602	26 561	29 705	17 560	178 945	7 950	33 655	34 625
Kubb	17 041	10 603	10 210	10 635	7 069	62 771	4 426	14 975	15 639
Mav	5 063	4 231	4 070	4 325	2 186	17 000	1 107	4 108	3 478
Tall	22 346	11 768	12 281	14 745	8 305	99 174	2 417	14 572	15 508
Stock	1 412	1 597	341	1 450	2 794	880			
Kubb	270	316	264	151	0	621			
Mav	415	674	77	408	874	43			
Lark	14	35	0	0	0	35			
Stock	0	0	0	0	0	0			
Kubb	0	0	0	0	0	0			
Mav	14	35	0	0	0	35			
Fis m3fub (m3s) x	850	1 544	1 481	1 152	288	0	0	540	1 798

*Immaginazione
m/age 7.*

*2.542 x/100 (80)
hump 3009 v/m 1.60*

Koldioxidbudget för Högstad
Examensarbete 20p, INES Lund Universitet

Maria Agardh

39. Annat ni vill tillägga inom **avfall**?

32 (33)

Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser. Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND. Serie startade 1985.

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.

79. Ullman, M., (2001): El Niño Southern Oscillation och dess atmosfäriska fjärrpåverkan.
80. Andersson, A., (2001): The wind climate of northwestern Europe in SWECLIM regional climate scenarios.
81. Laloo, D., (2001): Geografiska informationssystem för studier av polyaromatiska kolväten (PAH) – Undersökning av djupvariation i BO01-området, Västra hamnen, Malmö, samt utveckling av en matematisk formel för beräkning av PAH-koncentrationer från ett kontinuerligt utsläpp.
82. Almqvist, J., Fergéus, J., (2001): GIS-implementation in Sri Lanka. Part 1: GIS-applications in Hambantota district Sri Lanka : a case study. Part 2: GIS in socio-economic planning : a case study.
83. Berntsson, A., (2001): Modellering av reflektans från ett sockerbetsbestånd med hjälp av en strålningsmodell.
84. Umegård, J., (2001): Arctic aerosol and long-range transport.
85. Rosenberg, R., (2002): Tetratermmodellering och regressionsanalyser mellan topografi, tetraterm och tillväxt hos sitkagran och lärk – en studie i norra Island.
86. Håkansson, J., Kjörling, A., (2002): Uppskattning av mängden kol i trädform – en metodstudie.
87. Arvidsson, H., (2002): Coastal parallel sediment transport on the SE Australian inner shelf – A study of barrier morphodynamics.
88. Bemark, M., (2002): Köphultssjöns tillstånd och omgivningens påverkan.
89. Dahlberg, I., (2002): Rödlistade kärlväxter i Göteborgs innerstad – temporal och rumslig analys av rödlistade kärlväxter i Göteborgs artdatabank, ADA.
90. Poussart, J-N., (2002): Verification of Soil Carbon Sequestration - Uncertainties of Assessment Methods.
91. Jakubaschk, C., (2002): Acacia senegal, Soil Organic Carbon and Nitrogen Contents: A Study in North Kordofan, Sudan.
92. Lindqvist, S., (2002): Skattning av kväve i gran med hjälp av fjärranalys.
93. Göthe, A., (2002): Översvämningskartering av Vombs ängar.
94. Lööf, A., (2002): Igenväxning av Köphultsjö – bakomliggande orsaker och processer.
95. Axelsson, H., (2003): Sårbarhetskartering av bekämpningsmedels läckage till grundvattnet – Tillämpat på vattenskyddsområdet Ignaberga-Hässleholm.
96. Hedberg, M., Jönsson, L., (2003): Geografiska Informationssystem på Internet – En webbaserad GIS-applikation med kalknings- och försurningsinformation för Kronobergs län.
97. Svensson, J., (2003): Wind Throw Damages on Forests – Frequency and Associated Pressure Patterns 1961-1990 and in a Future Climate Scenario.
98. Stroh, E., (2003): Analys av fiskrättsförhållandena i Stockholms skärgård i relation till känsliga områden samt fysisk störning.
99. Bäckstrand, K., (2004): The dynamics of non-methane hydrocarbons and other trace gas fluxes on a subarctic mire in northern Sweden.

100. Hahn, K., (2004): Termohalin cirkulation i Nordatlanten.
101. Lina Möllerström (2004): Modelling soil temperature & soil water availability in semi-arid Sudan: validation and testing.
102. Setterby, Y., (2004): Igenväxande hagmarkers förekomst och tillstånd i Västra Götaland.
103. Edlundh, L., (2004): Utveckling av en metodik för att med hjälp av lagerföljdsdata och geografiska informationssystem (GIS) modellera och rekonstruera våtmarker i Skåne.
104. Schubert, P., (2004): Cultivation potential in Hambantota district, Sri Lanka
105. Brage, T., (2004): Kvalitetskontroll av servicedatabasen Sisyla
106. Sjöström, M., (2004): Investigating Vegetation Changes in the African Sahel 1982-2002: A Comparative Analysis Using Landsat, MODIS and AVHRR Remote Sensing Data
107. Danilovic, A., Stenqvist, M., (2004): Naturlig föryngring av skog
108. Materia, S., (2004): Forests acting as a carbon source: analysis of two possible causes for Norunda forest site
109. Hinderson, T., (2004): Analysing environmental change in semi-arid areas in Kordofan, Sudan
110. Andersson, J., (2004): Skånska småvatten nu och då - jämförelse mellan 1940, 1980 och 2000-talet
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 CO₂ 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 CO₂ concentration affect vegetation productivity?
119. Tolleback, 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 bokskogsområden 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): Tåguller 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 QuickBird-data för kartläggning av gräsmark och konnektivitet 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