



Institutionen för landsbygdsutveckling och agroekologi

Mätning av ekosystemtjänster i jordbrukslandskapet

Examensarbete 20 poäng

av Lina Svensson

Handledare: Johanna Björklund (CUL) och Johan Ahnström (EVP)

Examinator: Lennart Salomonsson

Abstract

In order to make the modern agriculture less dependent on non-renewable external inputs, it has to rely more on ecosystem services. The agricultural system produce not only food, fiber and fuel, it also generates other ecosystem services such as e.g. photosynthesis, recycling of nutrients, influencing local microclimate, pollination, biological control and detoxification of noxious chemicals.

This study is an attempt to get a better understanding about the interaction among different ecosystem services and different habitats capacity to generate them. An evaluation of eight different methods is done. The ecosystem services studied are the ability to absorb solar energy, biomass production, botanical diversity, decomposition and natural predation of aphids. The research has taken place at the Swedish Agricultural University's ecological experimental farm Ekhaga. Natural pasture, permanent pasture field, first year ley, intercropping of barley and peas, ecological and conventional winter wheat, respectively, are the studied habitats.

The results show that a hand held radiometer can be used when looking at different habitats ability to absorb solar energy. When using the litterbag method it is important to use easily decomposable material and to let the bags stay in the ground for a long period of time. To expel earthworms with mustard flour suspension is quite time consuming and require several iterations. It is important to have more and bigger experimental squares in natural pasture than in fields, when studying the botanical biodiversity. Placing aphids on self-adhesive paper is an effective way to measure the ecosystem service natural predation.

Sammanfattning

I strävan att göra det moderna jordbruket mindre beroende av icke-förnyelsebara resurser krävs ett ökat tillvarandetagande av ekosystemtjänster. Jordbrukslandskapet producerar inte bara mat, fibrer och bränsle, det genererar också andra ekosystemtjänster så som t.ex. fotosyntes, näringsämnes-cirkulation, biologisk kontroll, pollinering, stabilisering av mikroklimat och detoxifiering av gifter.

Denna studie syftar till att få en djupare förståelse för olika typer av markanvändningars förmåga att generera ekosystemtjänster. En utvärdering av åtta metoder har gjorts. De ekosystemtjänster som studerats är förmågan att absorbera solenergi, produktion av biomassa, botanisk diversitet, nedbrytning och naturlig bladluspredation. De studerade habitaterna är naturbetesmark, permanent betesvall, ettårsvall, havre/ärt, ekologiskt respektive konventionellt höstvet. Undersökningarna har utförts på SLU:s ekologiska försöksgård Ekhaga.

Resultaten visar att man med hjälp av en handhållen radiometer kan fånga olika markanvändningars förmåga att absorbera solenergi. Vid nedbrytningsstudier med "påsmetoden" är det viktigt att använda lättnedbrytligt material och låta påsarna ligga nergrävda under en lång period. Maskuppdrivning med senapslösning är en tidskrävande metod och kräver flera upprepningar. När man studerar botanisk diversitet är det viktigt att ha fler och större inventeringsrutor i naturbetesmarker än åkermark. Att studera naturlig predation genom att placera bladlöss på klisterlappar är en effektiv metod.

Innehållsförteckning

ABSTRACT	1
SAMMANFATTNING	1
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	2
1. INLEDNING.....	3
1.1. BAKGRUND, SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	3
1.2. EKOSYSTEMTJÄNSTER	4
1.3. FOTOSYNTES, PAR OCH BRUTTOPRIMÄRPRODUKTION.....	5
1.4. BESKRIVNING AV EKHAGA OCH LÖVSTA.....	7
2. METOD.....	8
2.1. VAL AV FÖRSÖKSRUTOR.....	8
2.1.1. <i>Studerade habitat</i>	9
2.2. INSAMLING AV DATA	9
2.2.1. <i>PAR</i>	10
2.2.2. <i>Biomassa</i>	10
2.2.3. <i>Täckningsgrad</i>	10
2.2.4. <i>Botanisk inventering</i>	11
2.2.5. <i>Maskuppdrivning</i>	11
2.2.6. <i>Nedbrytning</i>	11
2.2.7. <i>Bladluspredation</i>	12
2.2.8. <i>Fallfällor</i>	12
3. RESULTAT	13
3.1. PAR	13
3.2. BIOMASSA	14
3.3. BOTANISK INVENTERING	15
3.4. NEDBRYTNING	17
3.5. PREDATION	18
4. ANALYS OCH DISKUSSION	19
4.1. PAR	19
4.2. BIOMASSA	19
4.3. FLORA	20
4.4. NEDBRYTNING	20
4.5. PREDATION	21
4.6. AVSLUTANDE DISKUSSION	21
5. REFERENSLISTA.....	22
BILAGA 1.	24
ANDELEN ABSORBERAD PAR PER VECKA, STANDARDAVVIKELSE OCH BOX-PLOTS	24
BILAGA 2	26
ARTLISTA	26

1. Inledning

Dagens svenska jordbruk är produktivt genom att vara beroende av externa insatsmedel så som olja, konstgödsel och bekämpningsmedel. Allt sedan 1950-talet då tillgängligheten av externa insatsmedel ökade, har jordbruket blivit allt mindre beroende av det lokala landskapets ekologiska, geologiska och klimatiska förutsättningar. Förr bestämdes jordbruksproduktionens inriktning till stor del av de lokala förhållandena så som jordmån, landskapsmosaik, markmikrobiologisk aktivitet och naturliga fiender. Idag kännetecknas jordbruket av ett beroende av icke-förnyelsebara resurser, minskad biologisk mångfald och ekologisk simplificering (Altieri, 1999, Björklund, 2000).

En baksida med denna effektivitetsutveckling är att vi förlorat många av de värden som jordbruket tidigare genererade. Man kan idag ifrågasätta om dagens konventionella jordbruk egentligen är förenligt med uthålliga produktionsmetoder, där resurshushållning är central. Att tillvarata och underlätta produktionen av ekosystemtjänster är en förutsättning för att kunna minska resursanvändningen (Björklund, 2000). Kunskap och skickligt förvaltande av produktionsunderstödjande ekosystemtjänster är grunden för den ekologiska produktionen (Björklund, 2001).

Det har på senare år bedrivits en del internationell forskning kring ekosystemtjänster (Altieri, 1999, Bengtsson et al 2000, Chapin et al, 2000, Cortet et al, 2001, Daily, 1997). Det behövs dock fortfarande mer kunskap för att öka förståelsen för hur man ska gynna och ta tillvara på ekosystemtjänsterna och metoder behöver utvecklas för att mäta och värdera dem för att t.ex. kunna ge ersättning till jordbrukare i förhållande till deras bidrag till dessa tjänster (Olsson, 2003).

1.1. Bakgrund, syfte och frågeställningar

Mitt examensarbete är en orienteringsstudie kopplat till två forskningsprojekt: Johanna Björklunds "Är bruttoprimärproduktionen en användbar indikator på ekosystemets förmåga att generera ekosystemtjänster?" finansierat av Ekhaga stiftelse och Johan Ahnströms "Ekosystemtjänster är de kvantifierbara?" finansierat av KSLA. Björklunds studie syftar till att utveckla en användbar metod för att indikera potentiell förmåga att generera ekosystemtjänster, genom att se hur bruttoprimärproduktionen skiljer sig mellan olika ytor. Målet med Ahnströms forskningsprojekt var att dels att se vad som har gjorts om att mäta ekosystemtjänster och dels att själv utföra några försök för att se om man kan mäta dem.

Syftet med min studie är att få en djupare förståelse för olika typer av markanvändningars förmåga att generera ekosystemtjänster, inom jordbrukslandskapet. Studien syftar även till att finna relevanta metoder för mätning av ekosystemtjänster.

Min studie är en metodutveckling för att lägga grunden till hur man ska kunna svara på frågeställningen: Föreligger det en konflikt mellan produktion av ekonomisk skörd (biomassa) och andra ekosystemtjänster?

Hypotesen är att den typ av markanvändning, inom jordbrukslandskapet, som har högst förmåga att generera flest ekosystemtjänster är naturbetesmarken, medan konventionella stråsådesfält producerar minst ekosystemtjänster, men mest biomassa (skörd).

Fokusen i min studie är på tjänsterna i sig, snarare än på specifikt vilka arter som genererar dem. I studien används flera olika metoder för att försöka få flera direkta och indirekta, relativa (i bemärkelsen ej absoluta utan jämförbara) mått på ekosystemtjänster. Jag har undersökt och jämfört sex olika typer av markanvändningars:

- förmåga att absorbera solenergi
- produktion av ekonomisk skörd
- botaniska diversitet
- nedbrytning och
- naturliga blasluspredation

Jag kommer att utvärdera metoderna och ge förslag på förbättringar.

Undersökningarna har huvudsakligen gjorts på SLU:s ekologiska försöksgård Ekhaga. En observationsplats placerades dock på Lövsta, SLU:s angränsande egendom med konventionell drift.

1.2. Ekosystemtjänster

Begreppet ekosystemtjänster är människocentrerat och syftar till de varor och tjänster från naturen vilka gagnar människan (Björklund, 2001). En ofta förekommande definition av ekosystemtjänster är Constanzas et al.(1997): "Den nytta människor erhåller direkt eller indirekt från ekosystemfunktioner" (ff. övers.)

Jordbrukslandskapet genererar inte bara mat, fibrer och bränsle, det genererar också andra ekosystemtjänster. Exempel på sådana ekosystemtjänster är fotosyntes, näringsämnes-cirkulation, biologisk kontroll, pollinering, stabilisering av mikroklimat och detoxifiering av gifter. Andra exempel är vackert landskap, natur- och kulturupplevelser och historiskt sammanhang (Björklund, 2001). Många ekosystemtjänster är beroende av biologisk mångfald (Altieri, 1999). Den biologiska mångfalden har betydelse för ekosystemens resiliens, dvs förmågan att återhämta sig och motstå störningar. Det är dock ofta inte artantalet i sig som genererar ekosystemtjänsterna utan de är mer beroende av artsammansättningen, förekomsten av olika funktionella grupper, samspelet mellan arterna och populationernas storlek (Chapin et al, 2000).

Genom att utnyttja inhemska fiender (insekter och spindlar) som förekommer naturligt i landskapet, kan man hämma angrepp av skadegörande insekter i jordbruksgrödorna. Olika fiender har ofta betydelse under olika delar av året, i olika faser av skadegörarens livscykel, eller i alternativa habitat som skadegöraren befinner sig i när den inte angriper grödan. Landskapets utformning har betydelse och det har visat sig att tillgång till alternativ föda och skydd under olika delar av året är betydelsefull för reproduktionen av vissa rovlevande insekter. Studier har visat att jordlöparnas predation av bladlöss är högre i miljöer där de har tillgång till både fleråriga och årligen störda habitat (Bommarco, 2004). Även en ökad mångfald av växter på åkern, såsom samodling eller ogräs, ökar tätheten av skadegörarnas naturliga fiender (Altieri, 1999).

De jordlevande organismerna (främst mikroorganismer, svampar, nematoder, kvalster, hoppstjärtar och maskar) spelar en viktig roll för nedbrytning, mineralisering och frigörelse av

näringsämnen i växttillgänglig form, kvävefixering, jordstruktur och biologisk kontroll av patogener (Altieri, 1999). I allmänhet är jordbruksmarkens fauna mindre artrik än faunan i mer orörda marker, men individtätheten kan dock vara ungefär den samma. Arterna i jordbruksmarken är väl anpassade till drastiska miljöförändringar, de har stor förökningsförmåga för att kunna kompensera sig för den höga dödlighet som den växlingsrika miljön medför. Faunans numerär ändrar sig kraftigt under säsongen och mellan olika år till följd av vädret (de gynnas av lagom fukt och värme) och jordbearbetning (Lagerlöf, 1987).

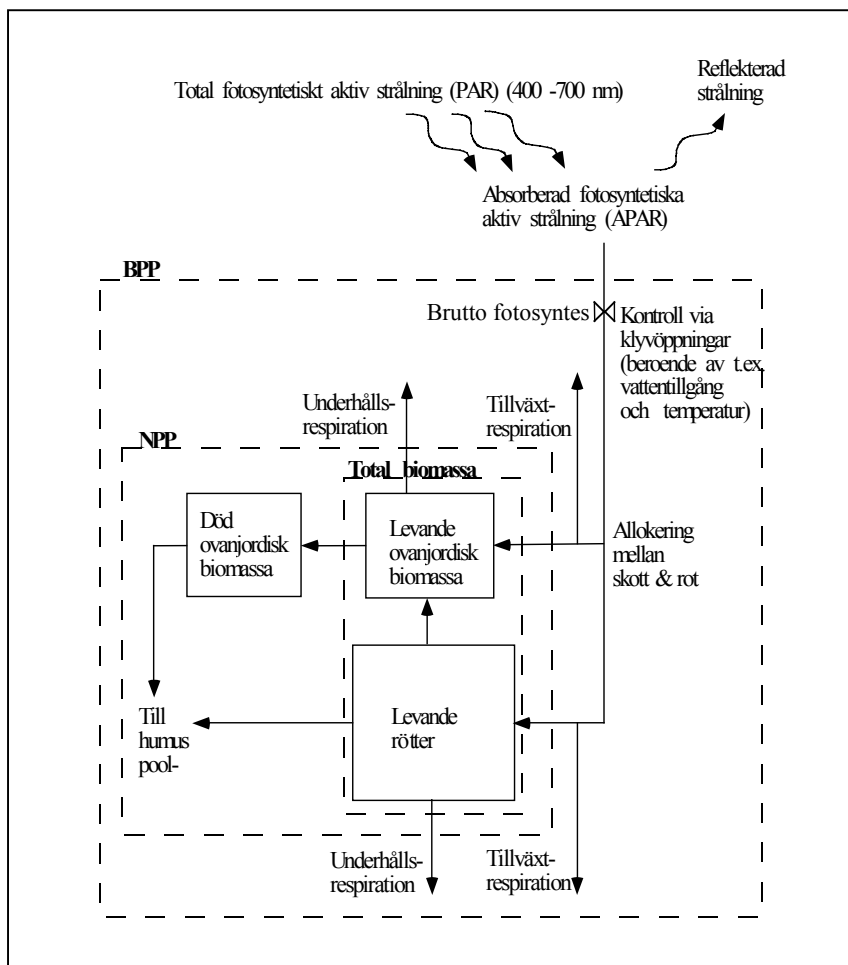
Maskarna har en betydande funktion för åkermarken då de luckrar upp jorden och blandar mer organiskt material i den. Daggmaskgångarna har stor betydelse för markens luftning och dränering och en stor del av de djupgående rötterna växer i dem. Den stora daggmasken (*Lumbricus terrestris*) blandar in förnan genom att med hjälp av munnen dra ner växtdelarna i jorden medan flertalet arter sköter omblandningen genom att täcka förnan med ekskrementhögar. När jord och växtdelar passerat masken är allt ordentligt sönderdelat, sammanblandat och lagom fuktigt. Växtnäringen i ekskrement högarna är mera tillgänglig och nedbrytningsprocessen snabbare än i omgivande jord. Dessutom har mikroorganismernas angreppsyta på växtmaterialet ökat (Lofs, 1991).

1.3. Fotosyntes, PAR och bruttoprimärproduktion

I växternas kloroplaster omvandlas solens elektromagnetiska strålning till kemiskt bunden energi genom fotosyntesen. Först efter fotosyntesen blir solenergin tillgänglig som föda för organismerna på jorden. Med hjälp av den kemiskt bundna energin kan växten bygga upp organiska föreningar och strukturer från oorganiska föreningar och mineralämnen (Lundegårdh, 1995). Första steget i denna process att omvandla den "utspädda" solenergin till mer "koncentrerad" kemisk energi är att blida olika kolföreningar från koldioxid och vatten, enligt formel: $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{solenergi} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$. Fotosyntesens takt beror på intensiteten av solenergin, temperaturen samt närings- och vattentillgången (Ricklefs & Miller, 1999). Växternas effektivitet att omvandla solenergin till biomassa skiljer sig mycket åt mellan olika arter, liksom allokeringen (fördelningen) mellan t.ex. blad, rot, frön och stödjevävnad, och därmed mellan olika organiska ämnesklasser i växten. Stärkelse och cellulosa har relativt lågt energiinnehåll medan proteiner och oljor kräver mycket energi för att bildas. Växternas fördelning av upptagna resurser till olika plantdelar är inte statisk utan växterna har förmågan att anpassa tillväxt och resursfördelning till yttre förutsättningar (Fogelfors, 2001).

Solens strålning är sammansatt av ett brett spektrum av våglängder och fotosyntesen utnyttjar enbart strålningen i det synliga spektrat mellan 400nm (blått) och 700nm (rött). Denna strålning kallas fotosyntetiskt aktivt ljus, PAR (Photosynthetic Active Radiation) och motsvarar ungefär 45 procent av instrålad solenergi (Lundegårdh, 1995).

Bruttoprimärproduktionen (BPP) är den totala mängden fotosyntesprodukter som produceras genom fotosyntesen under en viss tidsperiod på en given yta. Den biomassa som resulterar i tillväxt kallas nettoprimärproduktion (NPP), med andra ord bruttoprimärproduktionen minus biomassan som växten behöver för sitt eget underhåll och som förbrukas genom respiration, se figur 1 (Odum, 1996). Bruttoprimärproduktionen beror först och främst på instrålad solenergi, men också vattentillgång, temperatur, bladyteindex (LAI) och bladens ålder (Nouvellon et al., 2000).



Figur 1: Relationen mellan BPP, NPP och total biomassa, omritad efter Nouvellon et al. (2000).

Förhållandet mellan tillväxt (produktion) och underhållande respiration skiljer sig mellan olika typer av växter. Pionjärväxter tidigt i en växtsuccession, exempelvis ettåriga växter, har en hög tillväxt (produktion) i förhållande till respiration. Under successionens gång krävs mer och mer energi till upprätthållandet av biomassan (respiration) och klimaxväxter såsom vedartade växter, har en hög respiration och låg tillväxt. Man pratar ofta om r- och k-strategier¹. R-strateger hör främst hemma i tidiga successioner med liten konkurrens om utrymme och resurser, de har en hög tillväxtkapacitet, hög reproduktion och kort livslängd. K-strateger har långsam tillväxt och reproduktion och lever i senare successioner där det börjar bli ont om utrymme och konkurrensen om resurserna är hög. De har längre livstid och har mer specialiserade nischer (Odum, 1996).

¹ Namnen r- och K-strateger kommer av de konstanter som är avgörande i deras tillväxt ekvationer. Konstanten r är inneboende reproduktionshastigheten under obegränsad resurstillgång och K beskriver miljöns bärkraft (carrying capacity), d.v.s. maximal populationstäthet vid resursbegränsande förhållanden.

1.4. Beskrivning av Ekhaga och Lövsta

Ekhaga ligger ca 1 mil öster om Uppsala och på gården bedrivs försöksverksamhet kring ekologiskt lantbruk sedan 1988. Ekhaga har 24 ha mark, varav 5 ha bete (3,5 ha naturlig betesmark och 1,5 ha åkermarksbete). Åkermarken har varit gammal sjöbotten och började odlas först på 1800-talet. Både matjord och alv består av styv lera med höga mullhalter. Naturbetesmarken ligger i kanten av ett småkuperat moränområde och en stor del består av relativt artrik torräng. Det finns spår av järnåldersgravar som visar att här länge har funnits bebyggelse (Alm, 2004). På Ekhaga har man länge arbetat med att främja den biologiska mångfalden; fälten är små och omgärdade med gräsbevuxna kantzoner, växtföljden är varierad med fleråriga grödor, vall, ettåriga spannmåls- och trindsädsgrödor samt radodlade grödor, en skalbaggsås har anlagts för att underlätta för skalbaggar att övervintra, en Aronia häck har planterats för att ge ökad lä åt grödorna och skydd åt fåglar och insekter. Trots sitt läge på uppsalaslätten är Ekhaga påtagligt varierande och många olika habitat ryms på gården (Eriksson et al., 2000).

På gården bedrivs två odlingssystem, i det ena ingår husdjur och i det andra enbart växter. I odlingssystemet med husdjur ingår nötkreatur, grisar, värphöns och gäss och i detta system är växtföljden havre med insådd, vall 1, vall 2, höstvetete, havre/ärt och potatis. För odlingssystemet utan husdjur är växtföljden korn, grüngödsling, höstvetete med insådd, grüngödsling, korn eller potatis och havre/ärt (Alm, 2004).

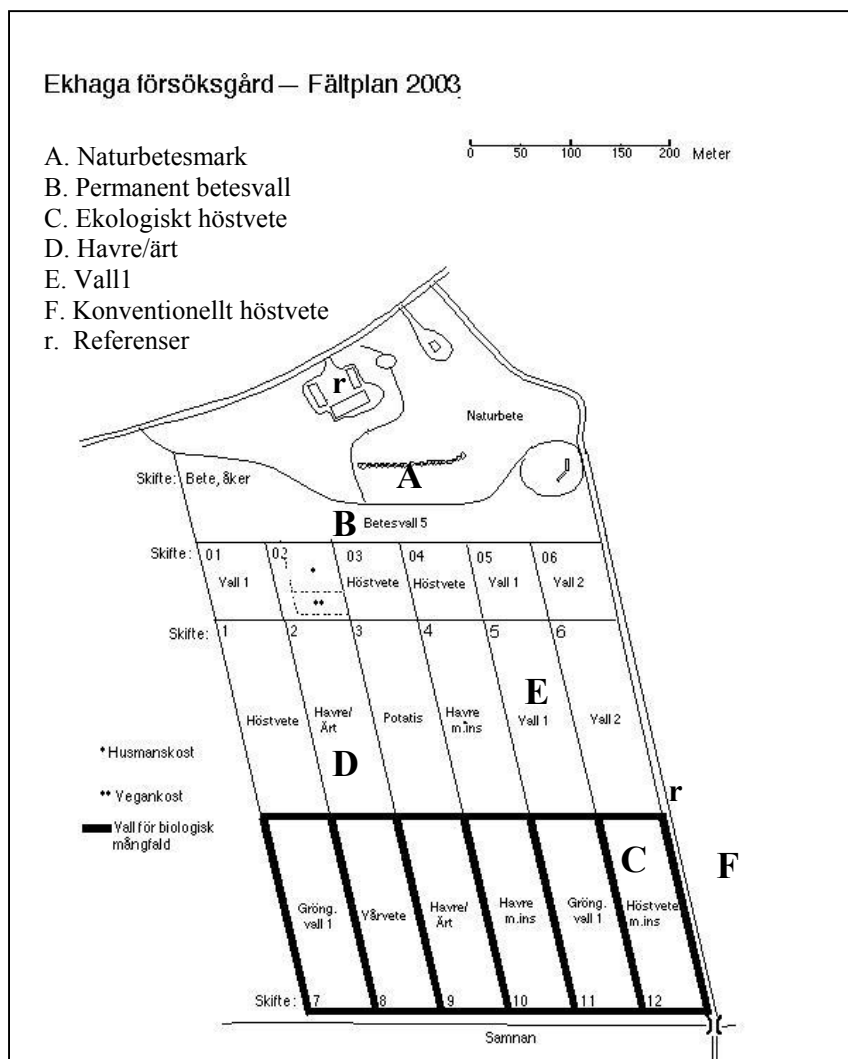
Ekhaga angränsar till gården Lövsta, som är del av Ultuna egendom, SLU. Lövsta är 268 ha stort och odlas konventionellt. Fri växtföljd tillämpas där höstvetete intar en dominerande ställning. Av vårsäd odlas i huvudsak korn, vårvete och vårraps. Grundgödslingen tillgodoses i första hand av stallgödsel från SLU:s försöksgård Funbo-Lövsta som har 24.000 fjäderfä och 1.800 årssvin. Växtnäring tillförs också kontinuerligt i form av handelsgödsel och kemisk bekämpning av ogräs och svamp utförs en eller flera gånger per säsong. (C.J. Wallenqvist, driftsledare Lövsta egendom, SLU, personlig kommunikation, 2003)

2. Metod

2.1. Val av försöksrutor

För att uppnå så stor variation som möjligt valdes följande sex typer av markanvändning ut för studien; naturbetesmark, permanent betesvall, första års vall, havre/ärt och höstvetet tillhörande Ekhaga ekologiska försöksgård och konventionellt odlad höstvetet tillhörande Lövsta, se karta nedan.

På en karta över gården ritades ett rutnät ut över de utvalda typerna av markanvändning, nedan kallat habitat. Fem 20x25 meter stora rutor slumpades ut i varje område. Dessa rutor delades i sin tur in i 25 smårutor á 4x5 meter. En småruta i varje storruta slumpades sedan i sin tur ut, vilket resulterade i fem smårutor per habitat. Eftersom hänsyn var tvungen att tas till andra pågående försök, kunde inte rutorna i havre/ärt och ekologiskt höstvetet slumpas ut. Där lades istället rutorna ut i linje i mån av utrymme. Försöksrutorna i det konventionella höstvetet lades också i linje, på samma avstånd från kanten som i det ekologiska höstvetet.



Figur 2: Karta över Ekhaga

2.1.1. Studerade habitat

- A. Naturbetesmark: Karaktäristisk torräng som länge varit betad. Huvudsakligen tunt jordskikt (10-30 cm) med uppstickande stenar och hållar, men även näringsrikare partier med djupare jordlager. Fyra kor med kalvar på bete vecka 20, 21, 24, 25, 31-33.
- B. Permanent betesvall: Vallen plöjs upp ca vart sjätte-sjunde år och är sådd med timotej, ängssvingel, rödsvingel, engelskt rajgräs, rödklöver, vitklöver, kummin, kärringtand och cikoria. Nuvarande vall har legat sedan 1999 och har regelbundet betats av kor, gäss, höns och grisar under sommarmånaderna. Slogs vecka 25, vecka 33 och 34 fyra kor med kalvar på bete.
- C. Ekologiskt höstvetete (med insådd): Ingår i odlingssystemet utan djur. Förfrukt var grön gödsling. Sådd hösten 2002 (203 kg/ha, Kosack) och insått våren 2003 med samma vallblandning som 1:a års vallen nedan. Tröskat vecka 35, skörd 3000 kg/ha (15% vattenhalt).
- D. Havre/Ärt: Ingår i odlingssystemet med djur. Förfrukt var höstvetete. Sådd (303 kg/ha) vecka 20 och skördat vecka 30. Skörd 3600 kg/ha. Grisar påsläppta vecka 34 och jordbearbetat vecka 39. Ej gödlat 2003.
- E. Första års vall: Ingår i odlingssystemet med djur och förfrukten var höstvetete. På skiftet är engelskt rajgräs, italienskt rajgräs, rajsvingel, rödklöver, vitklöver, cikoria och kummin insått våren 2002. Slogs vecka 25 och 30, skörden var 3900 kg/ha (räknat som torrs substans) respektive 3100 kg/ha. Ej gödlat 2003. Fyra kor med kalvar på bete fr.o.m. vecka 36 (skörd 3000 kg/ha). (L. Karlsson, driftsledare Ekhaga, SLU, personlig kommunikation, 2004)
- F. Konventionellt höstvetete: Fri växtföljd främst med höstvetete och vårraps. Förfrukten var raps. Sådd (207 kg/ha, Olivin) och gödlat med 100 kg MAP (monoammoniumfosfat) hösten 2002. Gödlat med 410 kg Axan (110 N, 27 % N, 2,7 % S), besprutat mot ogräs, flyghavre och svamp våren/försommaren 2003. Vecka 33 tröskades vetet och fältet gödslades med 25-28 ton/ha flytgödsel. Skörd 5000 kg/ha. (C.J. Wallenqvist, driftsledare Lövsta egendom, SLU, personlig kommunikation, 2003)

2.2. Insamling av data

I försöket mättes andelen absorberad solenergi, biomassaproduktionen (ovan jord), botanisk diversitet, nedbrytning och bladluspredation. Vissa undersökningar gjordes i alla habitat, andra bara i tre för att minska arbetsbördan. Mätningarna gjordes i de slumpade smårutorna (se tabell 1).

Tabell 1: Sammanställning av antal mätningar

	Naturbete	Betesvall	Eko hv	Havre/ärt	Vall 1	Konv hv
	antal tillfällen (antal mätningar per tillfälle)					
PAR	20 (5x6)	20 (5x6)	20 (5x6)	20 (5x6)	20 (5x6)	20 (5x6)
Biomassa	4 (5)	4 (5)	4 (5)	4 (5)	4 (5)	4 (5)
Täckningsgrad	4 (5)	4 (5)			4 (5)	
Botanisk inventering	2 (5)	2 (5)	1 (5)	1 (5)	1 (5)	1 (5)
Maskuppdrivning	2 (5)		2 (5)			2 (5)
Nedbrytning	2 (5)		2 (5)			2 (5)
Bladluspredation	3 (5x4)	3 (5x4)	3 (5x2)	3 (5x2)	3 (5x4)	3 (5x2)
Fallfällor	3 (5)	3 (5)			3 (5)	

2.2.1. PAR

En handhållen radiometer, Cropscan MSR87 (instrument som mäter solstrålning, $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), spändes fast på en bräda, så att instrålningssensorn hamnade ungefär en meter ifrån avläsaren. På sex punkter (för att få ett medelvärde vid punkten) i varje småruta mättes först instrålningen i höjd med grödan, sedan reflektionen 75 cm ovanför på samma punkt. Mätningen gjordes parallellt med ytan och i sådan riktning att sensorn inte skuggades av kroppen (Ihse & Rosén, 1984). De sex punkterna slumpades på så vis att det innan dagens mätning bestämdes hur punkterna skulle lokaliseras, t.ex. på diagonalen från nordöstra hörnet till det sydvästra. Mätningarna gjordes i alla grödorna en gång i veckan mellan klockan 10 och 14, aldrig på regniga dagar. På en referenspunkt uppe på gårdsplan (grus) gjordes dagens första och sista mätning. En referenspunkt fanns även på grusvägen som skiljde det ekologiska och konventionella höstvetet åt. Mätningarna gjordes en gång i veckan från och med 7 maj till och med 24 september. Uträkningar gjordes enligt följande formel: andel absorberad PAR (%) = $100 \times (\text{instrålad PAR} - \text{reflekterad PAR}) / \text{instrålad PAR}$

2.2.2. Biomassa

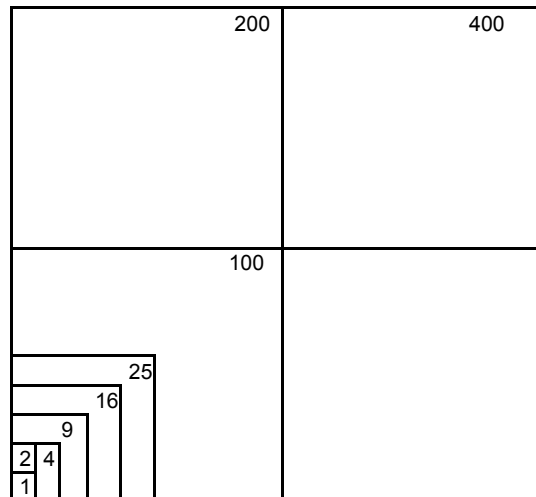
På en $0,25 \text{ m}^2$ stor ruta klipptes biomassan i varje småruta i nordvästra hörnet, med en klipphöjd på 3 cm, 4 gånger under sommaren. Klippningen skedde inte alltid vid samma tillfälle i de olika habitaterna, då hänsyn fick tas till slätter och skörd. Eftersom naturbetet och betesvallen betades till och från under säsongen, sattes betesburar upp. I dessa två habitat klipptes samma ruta varje gång, då detta bäst avspeglade den naturliga biomassaproduktionen. I vallen, havre/ärt och de två höstvetefälten däremot flyttades klipprutan varje gång till öster om det förra klipppet. Klippet torkades i 105° i 24 timmar, vikten noterades. Klippningarna ägde rum den 28 maj, 13 juni och 18 juni, 23 juli, 5, 18, 19, 29 augusti och 5 september.

2.2.3. Täckningsgrad

Innan de $0,25 \text{ m}^2$ rutorna klipptes (se ovan) gjordes i naturbetet, betesvallen och vallen, en okulär bedömning av täckningsgraden i procent av gräs, ört (exklusive klöver) och klöver (intressant att särskilja då den är kvävefixerande). Eftersom växterna kan överlappa varandra, kan den totala täckningsgraden bli mer än 100 procent. Detta är en relativt subjektiv metod (Ekstam & Forshed, 1996), men eftersom resultaten ska analyseras mer som relativa data än exakta data, valdes denna metod ändå då den är lätt och ej tidskrävande. Eftersom klippningen inte alltid skedde samma dag i de olika habitaterna (p.g.a. hänsyn till slätter), gjordes inte heller den okulära besiktningen det. Besiktningen gjordes 4 gånger per habitat. Bedömningen gjordes den 28 maj, 13 och 18 juni, 23 juli, 29 augusti och 5 september.

2.2.4. Botanisk inventering

I mitten av varje småruta i alla sex habitaten, markerades en ruta på 2x2 meter ut med hjälp av två tumstockar. I den markerade ytan noterades arterna i successivt allt större rutor, från 1 dm² till 400 dm² enligt figur 3 nedan (Ekstam & Forshed, 1996). Alla habitaten inventerades en gång, förutom naturbetet och betesvallen som inventerades två gånger då det efter en okulär bedömning bara var här som arterna förändrades under säsongen. Inventeringen gjordes 13 juni (B och C), 18 juni (A), 27 juni (D, E och F), 29 juli.



Figur 3: De olika delytorna vid art-area inventeringen (dm²).
(efter Ekstam & Forshed, 1996)

2.2.5. Maskuppdrivning

Maskuppdrivningen utfördes enligt metod beskriven av Högger (1993) i naturbetesmarken, ekologiskt och konventionellt höstvetet därför att den största skillnaden antogs finnas mellan naturbetesmarken och höstvetet. 150 gram senapspulver och 1,5 liter vatten blandades väl i en flaska. En ram á 0,25 m² trycktes ned i marken, i nordöstra hörnet av smårutorna.

Vegetationen inom ramen klipptes mycket kort och avlägsnades. 165 ml av senapslösningen blandades i 5 liter vatten i en vattenkanna, kraftig omrörning. Sedan vattnades lösningen långsamt och försiktigt i rutan. Alla maskar som kom upp ur marken inom 20 minuter togs upp och badades i rent vatten. Antalet och biomassan noterades. Maskuppdrivningen ägde rum den 26 juni och 4 september.

2.2.6. Nedbrytning

Nedbrytningsstudierna gjordes i samma habitat som maskuppdrivningen enligt metod beskriven av Cortet (2001). Fem gram halm lades i nylon påsar á 10x8 cm med 2mm stora maskor, påsarna syddes igen. Två påsar per ruta grävdes ned bredvid varandra i nordvästra hörnet (i naturbetet vid sidan om betesburen) på 5 cm djup, den 2 juni. En påse per ruta togs upp efter 45 dagar. Tanken var att de andra påsarna skulle tas upp efter 90 dagar, men p.g.a.

skörd i höstvetet togs påsarna i dessa fält upp tidigare (efter 64 dagar i det konventionella och efter 77 dagar i det ekologiska). Påsarna klipptes upp och halmen torkades i 105° i 24 timmar. Vikten noterades.

2.2.7. Bladluspredation

Denna undersökning gjordes huvudsakligen i naturbetet, betesvallen och vallen, då dessa hade olika kontinuitet vad gäller hur länge de legat sen sista jordbearbetning, samtidigt som de alla var gräsbevuxna. En mindre mängd data samlades dock även in i havre/ärt och höstvetet. Metoden är beskriven av Östman (2002).

Två ärtbladlöss, *Acyrtosiphon pisum*, sattes fast per klisterlapp (37x15 mm). En förstudie visade att lika hög predation återfanns på vita klisterlappar som på klisterlappar täckta med torv/sand/lera, därför användes vita otäckta lappar. En klisterlapp sattes ut i vardera hörnet i smårutorna i naturbetet, betesvallen och vallen. I havre/ärt och de två höstvetefälten placerades två klisterlappar per småruta. Klisterlapparna lades jämsides med marken och trycktes fast med hjälp av en spik. Efter ca 24 timmar avlästes lapparna och antalet bladlöss som var kvar noterades. Försöket upprepades tre gånger. Den tredje gången avlästes antalet bladlöss även efter 4 och 21 timmar för att se på predationen över tid. Tidpunkten för detta försök var den 8, 16 och 29 juli.

2.2.8. Fallfällor

En glasburk med 7,5 cm i diameter grävdes ner i varje smårutans sydöstra hörn, i naturbetet, betesvallen och ettårsvallen. Kanten av glasburken var i höjd med marken. Efter ca 24 timmar inventerades burkarna (Östman, 2002). Småkrypen delades upp i skalbaggar, skinnbaggar, spindlar och steklar (myror). Antal individer och antalet arter noterades. Skalbaggarna vägdes dessutom. Fallfällorna sattes ut den 8, 16 och 29 juli.

3. Resultat

I följande tabell 2 åskådliggörs medelvärdena och standardavvikelseerna i de olika försöken.

Tabell 2: Sammanställning av resultat, medelvärde och standardavvikelse per småruta.

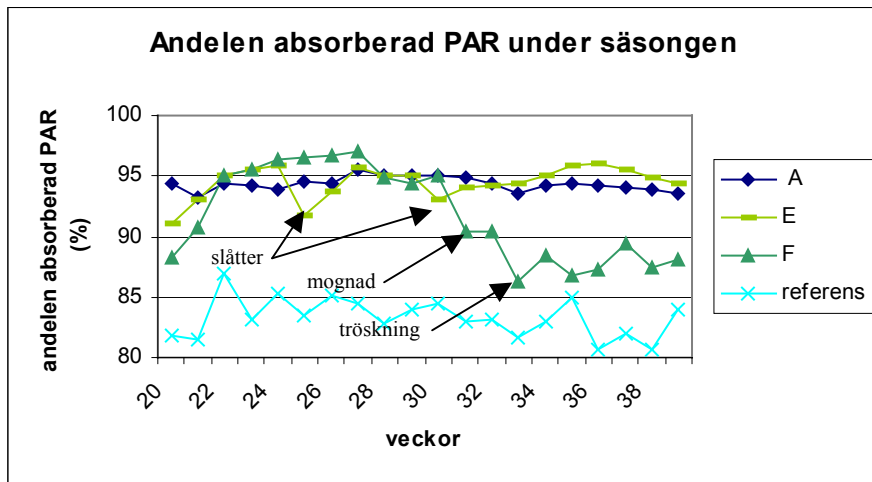
	Naturbete		Betesvall		Eko.vete		Havre/ärt		Vall 1		Konv.vete	
	medel	std.av	medel	std.av	medel	std.av	medel	std.av	medel	std.av	medel	std.av
PAR												
andel absorb.(%)	94,3	0,6*	94,2	0,7*	92,3	0,6*	91,6	0,5*	94,4	0,8*	91,8	0,7*
Biomassa												
ovan jord, vikt (g)**	63,2	27,1	104,2	16,9	188,7	34,9	111,2	15,0	148,7	15,3	199,3	56,1
Täckningsgrad												
gräs (%)	34,1	28,8	54,3	28,9					19,3	14,7		
ört (%)***	42,7	23,4	40,1	29,2					7,5	10,3		
klöver (%)	26,1	27,3	11,7	8,7					71,3	24,5		
Flora												
artantal, 1m2	18,8	4,9	9,6	1,5	12,4	0,5	11,2	0,8	8,8	1,3	4,8	0,4
artantal, 4m2	24,4	5,1	13,2	2,6	13,6	0,9	12,4	1,5			5,2	0,4
Maskar												
antal	4,6	3,8			1,4	1,3					3,6	8,3
vikt (g)	2,2	2,5			0,2	0,26					0,9	2,1
Nedbrytning												
påse 1 (g)	0,9	0,1			0,9	0,1					0,9	0,2
påse 2 (g)	0,9	0,3			0,9	0,16					0,8	0,3
Predation												
andel ätna löss (%)	86,7	16,0	94,17	8,0	96,7	8,8	88,3	20,8	96,7	7,4	90,0	22,8
Skalbaggar												
antal	1,0	1,1	4,4	4,5					8,6	5,6		
arter	0,7	0,7	1,6	1,1					1,9	0,6		
vikt (g)	0,1	0,1	1,0	1,7					1,0	0,7		
Spindlar												
antal	11,0	8,7	8,1	5,7					4,4	5,0		
arter	2,5	1,3	2,7	1,8					2,2	1,3		
Steklar												
antal	5,3	10,6	0,27	0,6					0	0		
arter	0,8	0,7	0,27	0,6					0	0		

* medelstandardavvikelse per vecka, se bilaga 1 ** skörd; naturbete, betesvall och vall = 4xklipp, havre/ärt, ekologiskt och konventionellt höstvetete = klipp vid skörd, *** ört utan klöver

3.1. PAR

Resultaten visar att mätningarna av instrålad och reflekterad PAR fångat brukandet och utvecklingen under säsongen. Det går att se tidpunkterna för slåtter och tröskning, liksom grödornas utveckling och mognad (se Figur 3). De gräsbevuxna habitaterna, naturbetesmarken, permanenta betesvallen och första års vallen, har högst medelvärde på andelen absorberad PAR och naturbetesmarken är den markanvändning som har jämnast absorption sett under hela tidsperioden. Högst variation under säsongen återfanns i det konventionella höstvetetet. Medelvärdet på standardavvikelsen per vecka var under 1 i alla habitat, se bilaga 1.

Referensen varierade relativt mycket, medelvärde under säsongen var 83,4 och standardavvikelsen 2,2.



Figur 3: Andelen absorberad PAR under säsongen i naturbetesmarken (A), vall 1 (E) och konventionella höstvetet (F).

3.2. Biomassa

Det konventionella höstvetet hade högst biomassaskörd ovan jord, tätt följt av det ekologiska höstvetet. I det konventionella höstvetet fanns dock en större spridning. Naturbetet hade klart lägst biomassa produktion. I diagram 1 nedan syns en tydlig åtskillnad mellan de ettåriga grödorna och de fleråriga vad gäller sambandet mellan andelen absorberad PAR och biomassaskörd. Dock återfinns ingen statistisk signifikant korrelation (-0,46) p.g.a. den stora variationen i biomassaskörd mellan provrutorna i de olika habitatet. De fleråriga grödorna har absorberat mer PAR och igenomsnitt lite mindre biomassa än de ettåriga

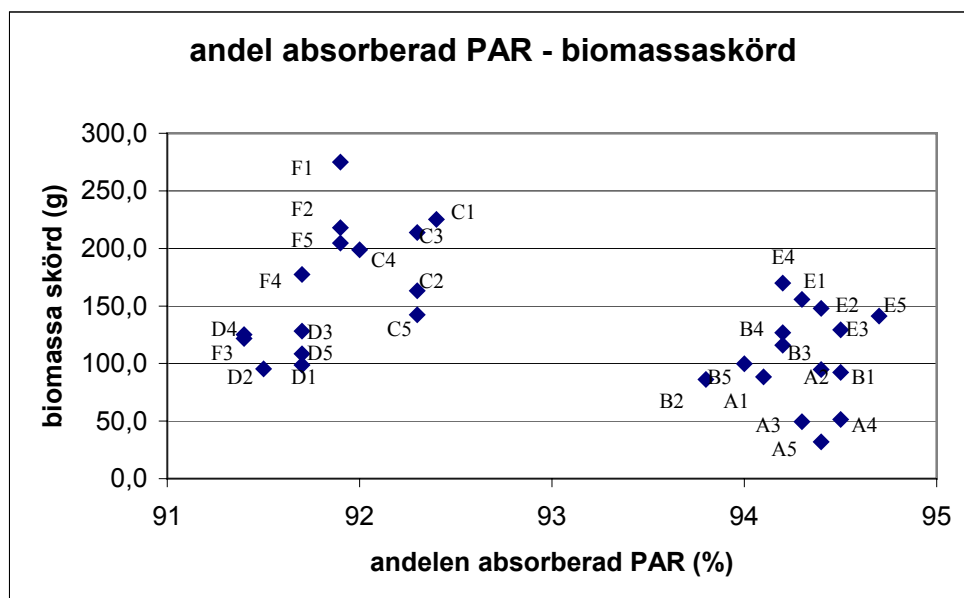


Diagram 1: Andelen absorberad PAR i relation till biomassaskörden. Naturbete (A), Betesvall (B), Ekologiskt höstvete (C), Havre/ärt (D), Vall 1 (E) och Konventionellt höstvete (F).

I diagram 2 åskådliggörs att den absorberade solenergin i de fleråriga grödorna har gått till något annat än biomassaskörd.

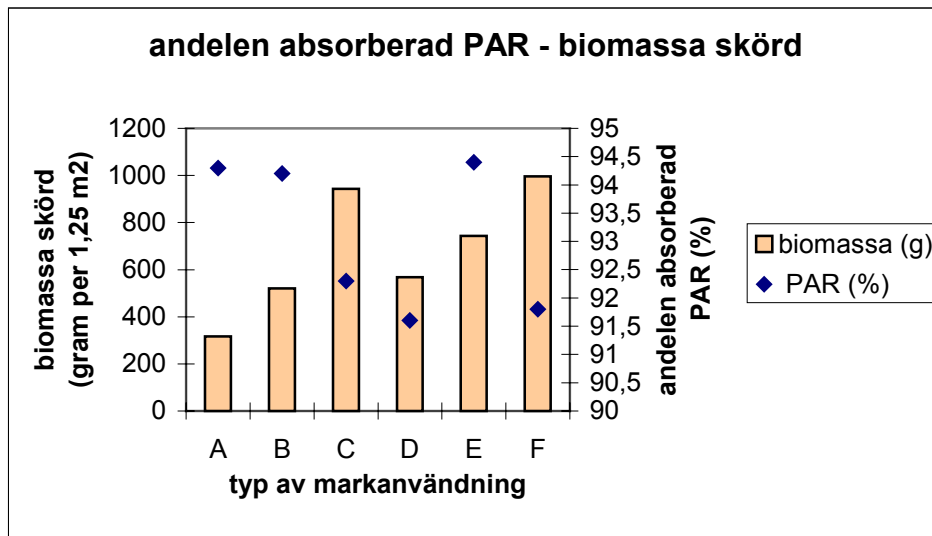


Diagram 2: Andelen absorberad PAR i relation till biomassaskörden, medelvärden per ruta. Naturbete (A), Betesvall (B), Ekologiskt höstvetete (C), Havre/ärt (D), Vall 1 (E) och Konventionellt höstvetete (F).

3.3. Botanisk inventering

Inga samband går att finna mellan fördelningen av täckningsgraden och andelen absorberad energi eller biomassaproduktionen. I ettårsvallen dominerade klöver och betesvallen var det habitat med mest gräs (se diagram 3 nedan).

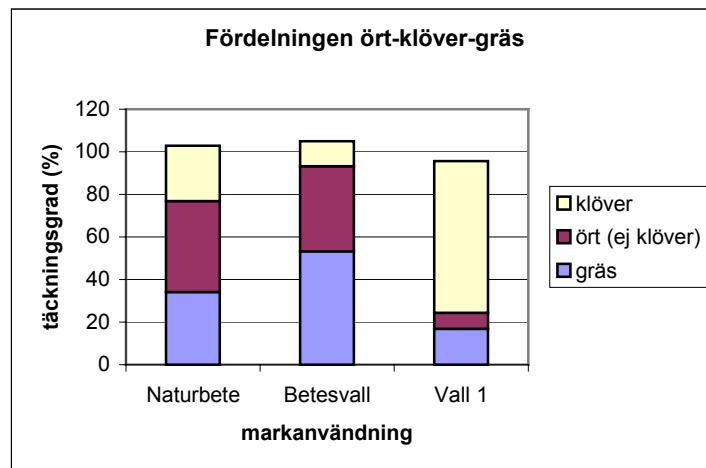


Diagram 3: Täckningsgraden av ört (ej klöver), klöver och gräs i naturbetesvallen, betesvallen och vall 1.

Både medeltalet per m² och det totala antalet arter (se bilaga 2 för artlista) är störst i naturbetesmarken och lägst i det konventionella höstvetet, se tabell 3. I naturbetet och betesvallen är det totala antalet inventerade arter i habitatet dubbelt så många som rutornas medelvärde för antalet arter per 1 m². Detta tyder på en större variation inom habitatet i

dessa två typer av markanvändningar, än i vall 1, havre/ärt och höstvetefälten, där skillnaden inte är så stor mellan medelvärde och totalantal.

	A	B	C	D	E	F
	Naturbete	Betesvall	Eko hv	Havre/ärt	Vall 1	Konv hv
flora (arter/1m ²) medelvärde/ruta	18,8	9,6	13,6	11,2	8,8	4,8
flora (arter/4m ²) medelvärde/ruta	24,4	13,2	13,6	12,4		5,2
flora (totalt i habitat)	53	24	18	16	14	9

Tabell 3: Antal flora arter per habitat per 1m², 4 m² respektive totalt.

I diagram 4 ser man att kurvorna planar ut relativt tidigt och att artantalet slutar öka ungefär vid 1 m² i höstvetefälten och havre/ärt. I främst naturbetet och det permanenta betet fortsätter artantalet dock att stiga och kurvan har inte planat ut vid 4 m². Tyvärr finns inga data för vallen över 1 m².

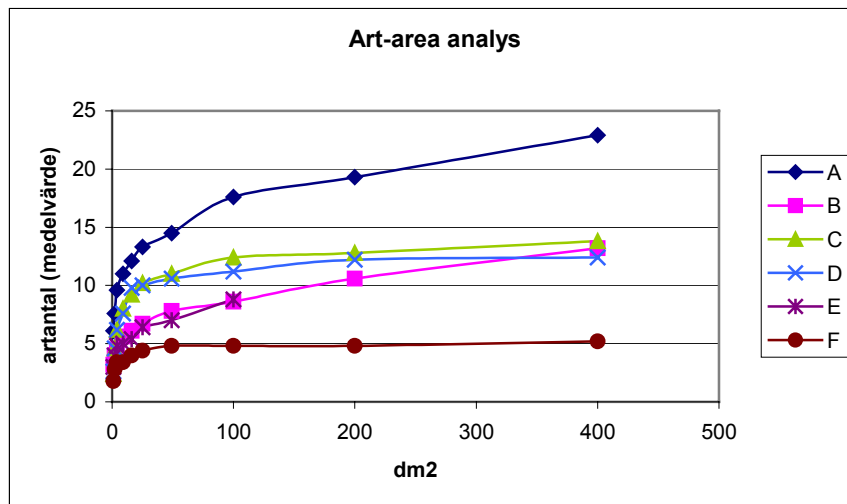


Diagram 4: Art-area kurvorna för de sex habitaten. Naturbete (A), Betesvall (B), Ekologiskt höstvete (C), Havre/ärt (D), Vall 1 (E) och Konventionellt höstvete (F).

Det finns inget statistiskt samband (korrelation 0,55) mellan andelen absorberad PAR och florans artantal (totalt per habitat), se diagram 5. Det som skiljer ekologiskt höstvete och havre/ärt ifrån vallen och betesvallen är PAR, de har ungefär samma artantal. Skillnad återfinns dock både vad det gäller artantal och PAR, mellan konventionellt höstvete och naturbetet. Det låga artantalet i det konventionella höstvetet beror på att man här besprutat mot ogräs.

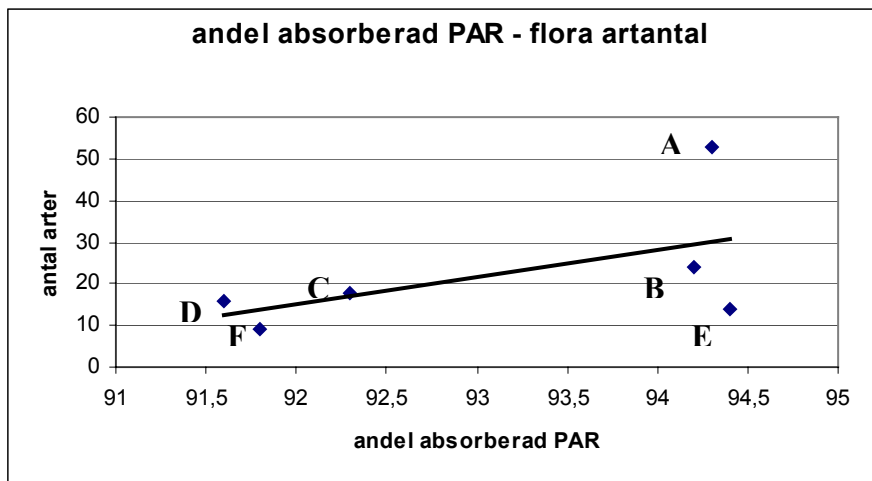


Diagram 5: Andelen absorberad PAR i relation till florans artantal (totalt). Naturbete (A), Betesvall (B), Ekologiskt höstvetete (C), Havre/ärt (D), Vall 1 (E) och Konventionellt höstvetete (F).

Det går att finna ett samband mellan producerad biomassa (ovan jord) och antalet kärleväxter (korrelation-0,80), se diagram 6. Ju fler arter desto mindre biomassa. Det behöver dock inte vara ett orsakssamband, då andra faktorer så som t.ex. bekämpning inte har tagits hänsyn till.

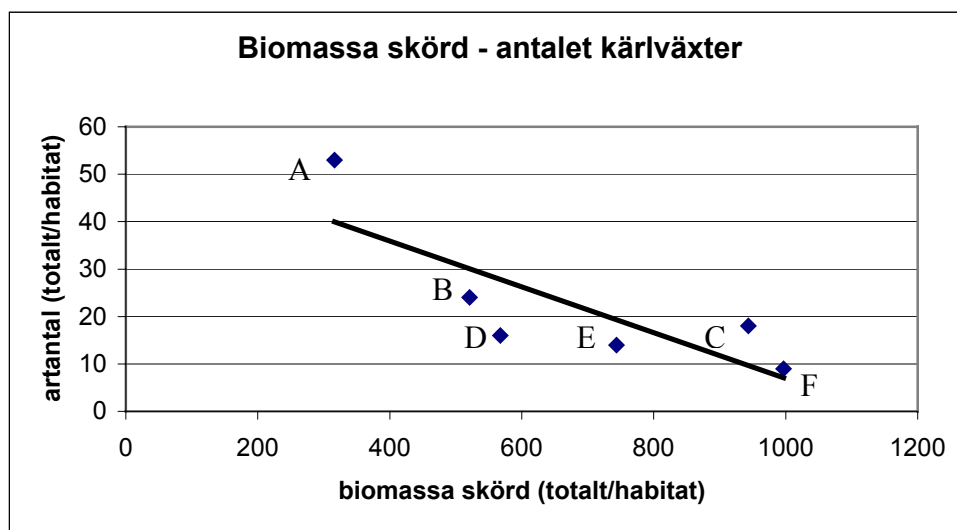


Diagram 6: Förhållandet biomassa skörd och antalet kärleväxter. Naturbete (A), Betesvall (B), Ekologiskt höstvetete (C), Havre/ärt (D), Vall 1 (E) och Konventionellt höstvetete (F).

3.4. Nedbrytning

Resultaten från maskuppdrivningen var mycket varierande och fler mätningar hade krävts för att kunna säga något generellt om resultaten. Mätningarna i det konventionella höstvetetet står som ett tydligt exempel på detta; i 8 rutor kom ingen eller en mask upp, i en ruta kom fyra stycken upp och i en ruta kom så många som 27 stycken upp. Där de 27 maskarna dök upp fanns det betydligt mer organiskt material (flytgödsel) än i fältet i övrigt. Det som går att säga är att resultaten visar en tendens till fler och större maskar i naturbetet.

Det går inte heller att säga något om resultaten i studien av nedbrytning. Skillnaderna är marginella och dessutom togs den andra påsen upp vid olika tidpunkter i de olika habitaterna, vilket gör att ingen jämförelse kan göras.

3.5. Predation

Predationen av bladlöss är hög i alla habitat, i genomsnitt är över 85% av alla bladlöss uppätta i alla rutor. Högst predation återfanns i betesvallen (94%), ekologiska höstvetet (97%) och vallen (97%). Naturbetet hade lägst predation (87%). Det konventionella höstvetet och havre/ärt hade högst variation mellan rutorna. Vid avläsningen efter bara fyra timmar, var predationen mellan 5%(vall 1) och 35% (havre/ärt). Predationen efter 21 timmar var ungefär lika hög som senare vid 24 timmar.

Det var stor variation i hur många insekter och spindlar som föll i fallfällorna. Flest skalbaggar (i huvudsak jordlöpare) både vad gäller antal och arter fanns i ettårsvallen och minst i naturbetet. Tvärtom var det med förekomsten av spindlar, flest i naturbetet, minst i ettårsvallen. I vissa rutor i naturbetet var förekomsten av myror (steklar) hög. Inga skinnbaggar återfanns i något av habitaterna.

4. Analys och diskussion

4.1. PAR

Mätningarna av instrålad och reflekterad PAR tycks ha fångat brukandet av marken och grödornas utveckling under säsongen. Grödornas absorption beror på täckningsgraden och fuktigheten och för att kunna säga hur mycket av solenergin som växterna absorberat, hade mätningar nere vid markytan under vegetationen också krävts. Att använda en "nollyta" som referens är inte gångbart utan varje mätning måste ha sin egen referens, strålningen nere vid markytan. De referenspunkter som här studerats kan bara sägas vara referenser till sig själva.

Av det konventionella höstvetets kurva kan man konstatera att absorptionen är mellan 85-90% även när ingen växtlighet finns efter skörden. Variationen efter skörd beror rimligen på att halmen, flytgödseln och jordbearbetningen påverkat reflektionen olika. Det jag gjort i denna studie är alltså att jämföra de olika markanvändningarnas absorption, inte växtlighetens. Tanken var egentligen att jämföra växtlighetens absorption, men för det hade det dels krävts kompletterande mätningar vid markytan och dels skulle mätningarna ha påbörjats tidigare, vid växtsäsongens början och fortsatt hela växtsäsongen ut. Vid mätning av växtlighetens absorption är det dessutom bara intressant med mätningar gjorda i växande gröda.

Med hjälp av väderdata och uträkningsformler skulle uppskattningen av bruttoprimärproduktionen eventuellt kunna beräknas utifrån mätningar gjorda med denna metod. Eftersom standardavvikelsen per vecka var låg, skulle det ha räckt med 3-4 mätningar per ruta och vecka. Den stora spridningen i vissa "boxplots" (bilaga 1) skulle troligen försvinna om man tog bort några få värden som är uppenbara extremvärden. Dessa utstickande värden är troligen felkällor som t.ex. kan bero på ett litet moln eller att mätningen ej gjorts i rätt vinkel. Dessutom förstärks variationen av att jag använt mig av kvoten istället för de absoluta värdena. Att variationen var högre i referensen än i habitatet, beror troligen på att bara tre mätningar per vecka gjordes i dessa ytor, i jämförelse med 30 mätningar i varje habitat. Eftersom denna metod inte säger någonting om vart den fotosyntetiska energin tar vägen, om den binds i rötter eller blad, bildar olja eller stärkelse etc., kompletteras den lämpligen med andra studier, t.ex. biomassaanalys.

4.2. Biomassa

En viss gruppering mellan de ettåriga grödorna och de fleråriga kan påvisas vad det gäller sambandet mellan andelen absorberad PAR och biomassaskörden. En förklaring till skillnaden är troligen att de olika habitatet befinner sig i olika successioner. De fleråriga grödorna, främst naturbetet, befinner sig i en senare succession där mer energi går åt till underhåll av växterna än till tillväxt. En annan förklaring till den högre skörden i de odlade grödorna är gödsling (bättre näringstillstånd), samt andra insatsmedel och att grödorna är förädlade till att ge hög avkastning. Detta har inte beaktats i denna redovisning, men bör ingå i en fullständig analys. Odlingsystemet i det konventionella höstvetet är utvecklat för att ge hög skörd medan det inte alls satsas på att skapa andra ekosystemtjänster här. Vid fortsatta studier bör biomassans energiinnehåll analyseras för att få en bättre bild av hur mycket av den fotosyntetiska energin som gått till skörd. Då växterna allokerar den absorberade energin olika mellan blad, rot, frön och stödjevävnad, kan energiinnehållet antas variera mycket mellan de

olika habitatens skörd. Stärkelse och cellulosa har relativt lågt energiinnehåll medan proteiner kräver mycket energi för att bildas.

Skördeuppgifterna från driftsledarna på Ekhaga respektive Lövsta (Karlsson, 2004, Vallenkvist, 2003) påvisar att den ekonomiska skörden i det ekologiska höstvetet är betydligt lägre (2000kg/ha) än i det konventionella. I min studie var skillnad i skörd mellan ekologiskt och konventionellt höstvetet däremot liten, vilket beror på hög ogräsförekomst (som räknas in i totalskörden) i det ekologiska fältet. Eventuellt borde jag inte ha tagit med F3 i det konventionella höstvetet, då man lätt kunde se att denna ruta inte var representativ för fältet i övrigt, rutan låg i en fläck av sämre tillväxt. För senare studier är det att rekommendera att ha separera gröda från ogräs vid torkning och vägning. Om man är intresserad av den ekonomiska skörden, är det i fallet höstvetet även intressant att väga bara kärnorna, om man inte som i det här fallet har uppgifter från bonden.

4.3. Flora

Fördelningen i de olika habitaterna är vad man kunnat förvänta sig, första årsvallar har i regel mest klöver, klövern utvintrar sedan och gräset tar över. Naturbetesmarker karaktäriseras av att det finns mycket ört, vilket också återspeglar i täckningsgraden. Ett av syftena med täckningsgradsmetoden var att fånga proportionen mellan ört och gräs, som ett komplement till inventeringen vilken ger antalet arter men inte säger något om arttätheten. Ett annat syfte med metoden var att se om man kan hitta ett samband mellan fördelningen mellan monokotyledoner (gräs) och dikotyledoner (ört) och andra ekosystemtjänster. För att finna sådana samband krävs ytterligare analys och forskning. Dessutom fanns en tanke om att få ett mått på ekosystemtjänsten kvävefixering, men detta visade sig inte vara en användbar metod.

Av art-area kurvorna kan man utläsa att det för de ettåriga grödorna räcker att ha en inventeringsruta på en kvadratmeter för att fånga upp den största delen av arterna, medan det i främst naturbetet krävs en större yta på minst 4 m². Eftersom vegetationen har större variation i naturbetet, krävs här fler inventeringsrutor för att få en representativ bild av det totala antalet arter, än i de andra habitaterna som är homogena. En avvägning får göras mellan rutans storlek och antalet rutor, antingen flera mindre rutor eller färre stora. Förändringen över säsongen är också större i naturbetet, varför minst två inventeringstillfällen krävs för att fånga alla arter.

Sambandet att ju fler arter desto mindre biomassa, som här återfunnits, tar inte hänsyn till att det gödslats och bekämpats i flera av habitaterna och kräver vidare analys för att styrkas eller förkastas.

4.4. Nedbrytning

Vad gäller maskinventeringen, så visade resultaten på stor variation. Mina rekommendationer för denna metod är därför att ha ett större antal rutor för att få bort slumpfaktorer och dessutom bör mätningarna äga rum vid fler tidpunkter. Värt att notera är att metoden är ganska tidskrävande.

För att "påsmetoden" ska vara användbar krävs det att påsarna ligger lika länge i alla försöksrutor. I denna studie var nedbrytningen så låg att viktskillnaden lika gärna kan bero på spill som faktiskt nedbrytning. För att komma ifrån detta bör påsarna ligga i jorden under

längre period, grävas ner så tidigt som möjligt och upp så sent som möjligt. Fler påsar hade varit önskvärdt för att få pålitliga resultat och eftersom halm initialt är svårnedbrytligt, borde annat mer lättnedbrytligt material lagts i påsarna. Tips för framtida studier är därför ha påsar med olika material i för att se om nedbrytningen skiljer sig åt mellan olika substrat. Ett annat tips för att öka nedbrytningen är att vattna.

4.5. Predation

Tidigare undersökningar med klisterlappsmetoden har fått stor variation på predationen, mellan 20-100 procent (Östman, 2002). Ekhagaresultaten påvisar en hög predation jämfört med Östmans resultat. Detta borde rimligen tyda på att det är landskapet och omgivningarna snarare än den aktuella markanvändningen som är avgörande för förekomsten av naturliga fiender. På Ekhaga har man medvetet främjat den biologiska mångfalden och det är alltid nära till kantzoner, bryn och andra småbiotoper, vilket även det konventionella vetet haft nytta av. Om mätningarna i det konventionella höstvetet hade gjorts längre ut i fältet och inte som nu vid kanten och nära Ekhaga hade värdena kanske sett annorlunda ut.

Den något lägre predationen i naturbetet kanske kan förklaras med att det här finns mer tillgänglighet på annan föda. I naturbetet är det inte heller lika vanligt med bladlöss som i de andra habitaterna, vilket gör att lössens naturliga fiender, främst skalbaggar, inte är lika gynnade här. Att färre skalbaggar, men fler spindlar återfanns i naturbetet, styrker denna tes. Det är dock viktigt att ha i åtanke att trots lägre predation och färre skalbaggar i naturbetet, så är detta habitat viktigt för övervintringen av naturliga fiender. Metoden mäter alltså en tjänst som underhålls och genereras utanför de enskilda habitaterna. Den största predationen sker troligtvis på natten eller i skymning och gryning. För att fånga den eventuella skillnaden mellan habitaterna, hade avläsningen kunnat göras efter kortare tid, innan predationen hunnit bli så hög, och under kväll, natt eller morgon.

4.6 Avslutande diskussion

Min hypotes att naturbetesmarken är den typ av markanvändning som har högst förmåga att generera flest ekosystemtjänster inom jordbrukslandskapet och att konventionella stråsådesfält producerar minst ekosystemtjänster, men mest biomassa (skörd), kan inte falsifieras, men inte heller klart styrkas. Det konventionella höstvetet hade högst biomassa produktion och naturbetet lägst. Vissa resultat (fler arter, hög andel absorberad PAR, mest mask) styrker att naturbetet har högst förmåga att generera ekosystemtjänster, medan predationsresultaten inte gör det (vilket förmodligen beror på utformningen av studien). Det konventionella höstvetet har lägst antal arter, men annars har inga resultat styrkt hypotesen att det skulle ha lägst förmåga att generera ekosystemtjänster. Om mätningarna hade gjorts längre in i fältet och inte som nu i kanten, skulle troligen resultaten sett annorlunda ut.

Utifrån denna pilotstudie, där flera metoder prövats är min förhoppning att studien kan bidra med en större förståelse för genereringen av ekosystemtjänsterna i jordbrukslandskapet och påvisa svårigheten i att mäta dem. De metoder jag prövat är fortfarande otillräckliga och de behöver utvecklas och kompletteras med fler, för att kunna ge svar på frågeställningen om det föreligger en konflikt mellan produktion av ekonomisk skörd (biomassa) och andra ekosystemtjänster. Frågan är som synes mycket komplex att besvara, därför behövs mer forskning i området. Jag tycker fortfarande att det är en intressant och relevant fråga att försöka besvara i strävan mot ett uthålligt jordbruk.

5. Referenslista

- Altieri, M.A., 1999. *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. Agriculture, Ecosystems and Environment 74, 19-31.
- Bengtsson, J., Nilsson, S., Franc, A., Menozzi, P., 2000. *Biodiversity disturbances, ecosystem function and management of European forests*. Forest Ecology and Management 132:39-50.
- Björklund, J., 2000. *Ekosystemtjänster i jordbruket och dess koppling till produktionsintensiteten*. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, SLU. Jordbrukskonferensen 2000, nr 47:151-154.
- Björklund, J., 2001. *Ekosystemtjänster - ett begrepp "på modet" - men är det användbart?* Ekologiskt lantbruk, Konferens, Ultuna, 54-58.
- Chapin III, F.S., Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Lavorel, S., Sala, O.E., Hobbie, S.E., Mack, M.C., Diaz, S., 2000. *Consequences of changing biodiversity*. Nature, 405, 234-242.
- Cortet, J., Gillon, D., Joffre, R., Ourcival, J-M., Poinso-Balaguer, N., 2001. *Effects of pesticides on organic matter recycling and microarthropods in a maize field: use and discussion of the litterbag methodology*. European journal of soil biology, 38, 261-265.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387, 253-260.
- Daily, G.C., editor, 1997. *Nature's services. Social dependence on natural ecosystem services*. Island press, Washington D.C.
- Ekstam, U., Forshed, N., 1996. *Äldre fodermark. Betydelsen av hävdregimen i det förgångna. Målstyrning. Mätninga och uppföljning*. Naturvårdsverket förlag, Stockholm.
- Eriksson, S., Fogelfors, H., Ullvén, K., 2000. *Natur, kultur och biologisk mångfald på Ekhaga försöksgård*. Centrum för Uthålligt Lantbruk, SLU.
- Fogelfors, H. red., 2001. *Växtproduktion i jordbruket*. Natur och Kultur, LT förlag, Borås.
- Högger, C. H., 1993. *Mustard flour instead of formalin for the extraction of earthworms in the field*. Bulletin der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz, 17:5-8.
- Ihse, M., Rosén, E., 1984. *Spektralmätning av alvarvegetation för bestämning av biomassa*. Meddelande från växtbiologiska institutionen 1984:4, Uppsala.
- Krok, Th. O. B. N., Almquist, S., 1994. *Svenska floran, fanerogamer och ormbunksväxter. 27:e upplagan*. Liber AB, Stockholm.
- Lagerlöf, J., 1987. *Markfaunan i jordbruksmarken, tränga arbetare under plogen och sprutan*. SLU-ringen, nr 9, SLU.

- Lofs, A., 1991. *Daggmasken, renässans i underjorden*. Sveriges Natur, nr 4.
- Lundegårdh, B., 1995. *Effektiviteten i fotosyntesen som energiomvandlare och energikostnader för produktion av biomassa*. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien, Tidskrift, 134:6, 51-61.
- Mossberg, B., Stenberg, L., Ericsson, S., 1992. *Den nordiska floran*. Wahlström & Widstrand.
- Nouvellon, Y., Lo Seen, D., Rambal, S., Bégué, A., Moran, M.S., Kerr, Y., Qi, J., 2000. *Time course of radiation use efficiency in shortgrass ecosystem: consequences for remotely sensed estimation of primary production*. Remote Sensing of Environment 71, 43-55.
- Odum, E.P., 1996. *Ecology - a bridge between science and society*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Olsson, R., 2003. *Bertebos-konferensen 14-16 september 2003 - Dramatisk framtid väntar Europas bönder*. KSLA.
- Ricklefs, R.E., Miller, G.L., 1999. *Ecology (4th edition)*. W.H Freeman and Company, New York.
- Östman, Ö., 2002. *Landscape and farm management influence generalist predators - effects on condition, abundance and biological control*. SLU, Agraria 363.

Internet

- Alm, J., 2004. *Ekhaga försöksgård*. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU.
<http://www.cul.slu.se/forskning/forsoksgardar/ekhaga.html>, 2004-04-13.
- Bommarco, R., 2004. *Biologisk kontroll av skadegörare med naturligt förekommande rovinsekter. Sammandrag av docentföreläsning 24 maj 2004*. Institutionen för entomologi, SLU. <http://www.slu.se/forskning/docenter/docenterRB2004.html>, 2004-06-6.

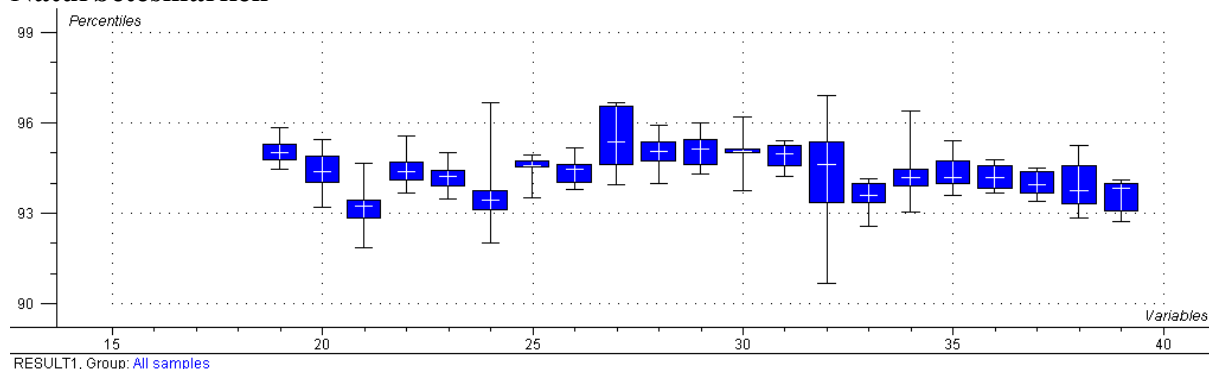
Bilaga 1.

Andelen absorberad PAR per vecka, standardavvikelse och box-plots

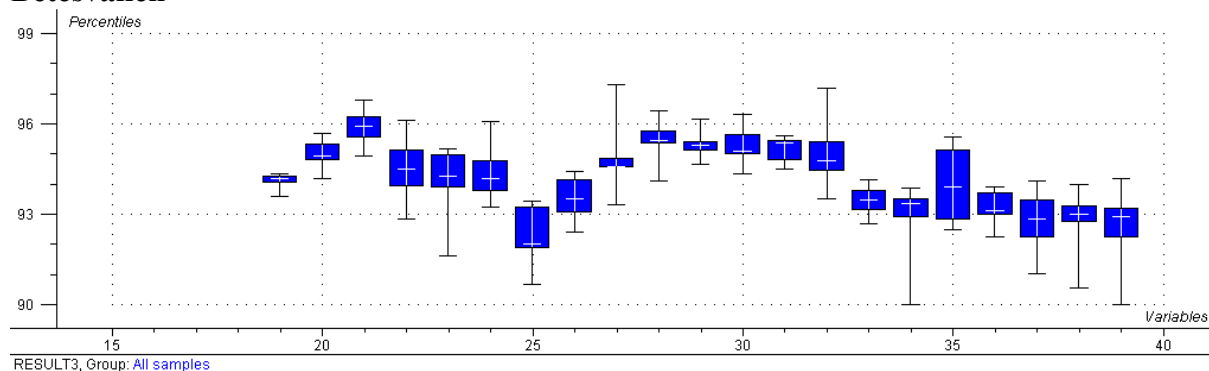
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	medel
Naturbete	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	1,4	0,3	0,4	1,0	0,5	0,5	0,5	0,4	1,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,7	0,5	0,6
Betesvall	0,3	0,4	0,6	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9	0,4	0,3	0,5	0,4	0,7	0,4	0,7	1,1	0,5	0,8	0,8	0,9	0,7
Vall 1	0,2	2,0	0,9	0,5	0,5	0,5	0,9	0,3	1,3	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,3	0,6	0,1	0,5	0,4	0,5	0,6
Havre/ärt			0,5	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,7	0,3	0,1	0,3	0,5	1,5	0,6	0,5	0,3	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5
Ekologiskt höstvet	2,4	0,6	0,6	0,9	0,8	0,5	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3	0,2	0,7	0,5	0,8	0,5	0,2	0,6	0,4	0,7	5,2	0,8
Konventionellt höstvet	1,6	0,9	0,8	0,4	0,6	0,2	0,7	0,4	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	1,3	0,7	0,5	0,6	1,5	0,8	0,6	0,7

Standardavvikelsen i andelen absorberad PAR per vecka.

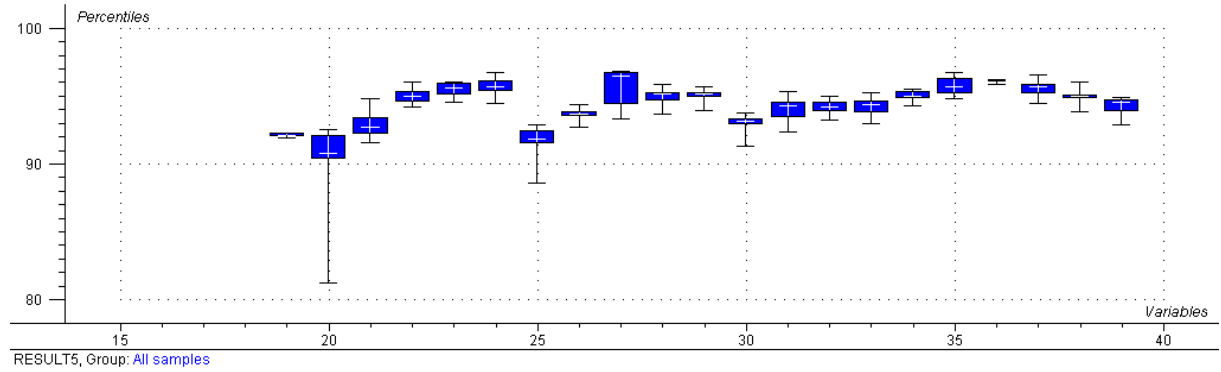
Naturbetesmarken



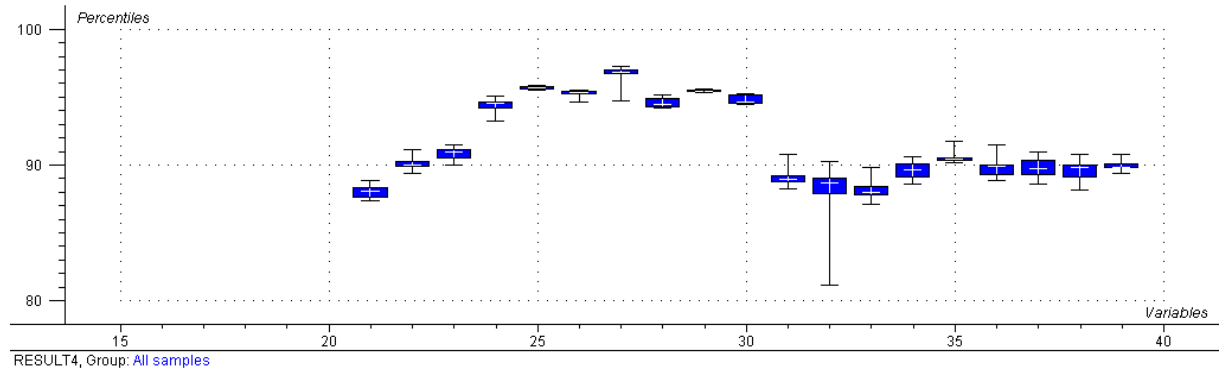
Betesvallen



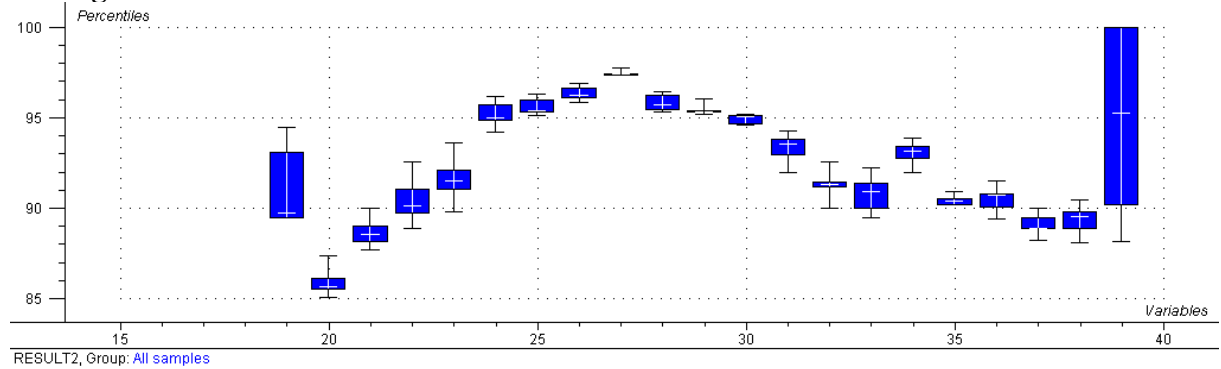
Vall 1



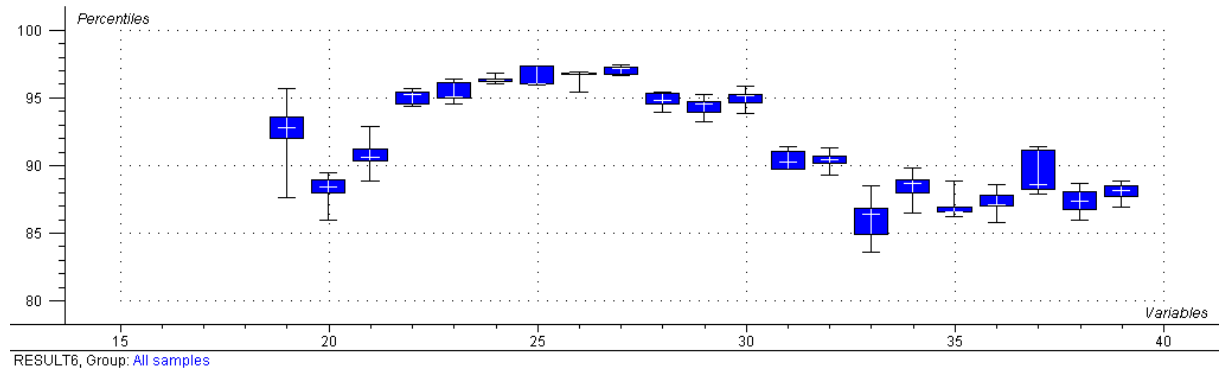
Havre/ärt



Ekologiskt höstvet



Konventionellt höstvet



Bilaga 2

Artlista

Artnamn enligt Krok & Almqvist, 1994

A. Naturbetesmarken

1. Brudbröd - *Filipendula vulgaris*
2. Brännässla - *Urtica dioica*
3. Daggkåpa - *Alchemilla vulgaris*
4. Engelskt rajgräs - *Lolium perenne*
5. Fibbla sp - *Hieracium sp*
6. Grässtjämblomma - *Stellaria graminea*
7. Gullviva - *Primula veris*
8. Gulmåra - *Galium verum*
9. Gulvial - *Lathyrus pratensis*
10. Gårdsskräppa - *Rumex longifolius*
11. Humlelusern - *Medicago lupulina*
12. Hundkex - *Anthriscus sylvestris*
13. Hundäxing - *Dactylis glomerata*
14. Jordklöver - *Trifolium campestre*
15. Knölsmörblomma - *Ranunculus bulbosus*
16. Kråkvicker - *Vicia cracca*
17. Kummin - *Carum carvi*
18. Kvickrot - *Elymus repens*
19. Kärringtand - *Lotus corniculatus*
20. Liten blåklocka - *Campanula rotundifolia*
21. Majsmörblomma - *Ranunculus auricomus*
22. Ogräsmaskros - *Taraxacum* grupp *Vulgaria*
23. Revfingerört - *Potentilla reptans*
24. Rödklint - *Centaurea jacea*
25. Rödklöver - *Trifolium pratense*
26. Rödkämpar - *Plantago medio*
27. Rödsvingel - *Festuca rubra*
28. Rödven - *Agrostis capillaris*
29. Rölleka - *Achillea millefolium*
30. Skogsklöver - *Trifolium medium*
31. Smultron - *Festuca vesca*
32. Småborre - *Agrimonia eupatoria*
33. Smörblomma - *Ranunculus acris*
34. Starr - *Carex sp*
35. Stormåra - *Galium album*
36. Svartkämpar - *Plantago lanceolata*
37. Teveronika - *Veronica chamaedrys*
38. Timotej - *Phleum pratense*
39. Tistel sp - *Cirsium sp*
40. Trav sp - *Arbis sp*
41. Vitgröe - *Poa annua*
42. Vitklöver - *Trifolium repens*
43. Vårfryle - *Luzula pilosa*
44. Vårstarr - *Carex caryophyllea*
45. Vårveronika - *Veronica verna*
46. Vägtistel - *Cirsium vulgare*
47. Åkerfräken - *Equisetum arvense*
48. Åkervinda - *Convolvulus arvense*
49. Ängsgröe - *Poa pratensis*
50. Ängshavre - *Arrhenatherum pratense*
51. Ängskavle - *Alopecurus pratensis*
52. Ängssvingel - *Festuca pratensis*
53. Ängssyra - *Rumex acetosa*

Inventering 18 juni och 29 juli.

B. Permanenta betesvallen

1. Baldersbrå - *Matricaria maritima*
2. Cikoria - *Cichorium intybus**
3. Engelskt rajgräs - *Lolium perenne**
4. Kummin - *Carum carvi**
5. Kvickrot - *Elymus repens*
6. Kärringtand - *Lotus corniculatus**
7. Lomme - *Capsella bursa-pastoris*
8. Ogräsmaskros - *Taraxacum* grupp *Vulgaria*
9. Rödklöver - *Trifolium pratense**
10. Rödsvingel - *Festuca rubra**
11. Rölleka - *Achillea millefolium*
12. Timotej - *Phleum pratense**
13. Trampört - *Polygonum aviculare*
14. Vitklöver - *Trifolium repens**
15. Vitplister - *Lalium album*
16. Vårveronika - *Veronica verna*
17. Våtarv - *Stellaria media*
18. Åkerbinda - *Fallopia convovulus*
19. Åkerfräken - *Equisetum arvense*
20. Åkermolke - *Sonchus arvensis*
21. Åkertistel - *Cirsium arvense*
22. Ängsgröe - *Poa pratensis*
23. Ängskavle - *Alopecurus pratensis*
24. Ängssvingel - *Festuca pratensis**

*insådd

Inventering 13 juni och 29 juli.

C. Ekologiskt höstvete

1. Baldersbrå - *Matricaria maritima*
2. Hampdån - *Galeopsis speciosa*
3. Höstvete - *Triticum aestivum* *
4. Jordrök - *Fumaria officinalis*
5. Ogräsmaskros - *Taraxacum* grupp *Vulgaria*
6. Penningört - *Thlaspi arvense*
7. Rödklöver - *Trifolium pratense* *
8. Snärjmåra - *Galium aparine*
9. Svinmålla - *Chenopodium album*
10. Vallgräs *
11. Vitklöver - *Trifolium repens* *
12. Våtarv - *Stellaria media*
13. Åkerbinda - *Fallopia convovulus*
14. Åkerförgätmigej - *Myosotis arvensis*
15. Åkerkårel - *Erysimum cheiranthoides*
16. Åkerpilört - *Persicaria maculosa*
17. Åkertistel - *Cirsium arvense*
18. Åkerviol - *Viola arvensis*

*insådd

Inventering 27 juni

D. Havre/ärt

1. Baldersbrå - *Matricaria maritima*
2. Hampdån - *Galeopsis speciosa*
3. Havre - *Avena sativa* *
4. Jordrök - *Fumaria officinalis*
5. Kvickrot - *Elymus repens*
6. Penningört - *Thlaspi arvense*
7. Rödplister - *Lamium purpureum*
8. Snärjmåra - *Galium aparine*
9. Svinmålla - *Chenopodium album*
10. Trampört - *Polygonum aviculare*
11. Vitklöver - *Trifolium repens*
12. Våtarv - *Stellaria media*
13. Åkerbinda - *Fallopia convovulus*
14. Åkerförgätmigej - *Myosotis arvensis*
15. Åkertistel - *Cirsium arvense*
16. Ärt - *Pisum Sativum* *

*insådd

Inventering 27 juni.

E. Vall 1

1. Baldersbrå - *Matricaria maritima*
2. Cikoria - *Cichorium intybus* *
3. Engelskt rajgräs - *Lolium perenne* *
4. Italienskt rajgräs - *Lolium multiflorum* *
5. Kummin - *Carum carvi* *
6. Kvikrot - *Elymus repens*
7. Lomme - *Capsella bursa-pastoris*
8. Ogräsmaskros - *Taraxacum* grupp *Vulgaria*
9. Rödklöver - *Trifolium pratense* *
10. Rödplister - *Lamium purpureum*
11. Svingel sp - *Festuca sp* *
12. Timotej - *Phleum pratense* *
13. Vitklöver - *Trifolium repens* *
14. Åkerviol - *Viola arvensis*

*insådd

Inventering 13 juni.

F. Konventionellt höstvet

1. Baldersbrå - *Matricaria maritima*
2. Hampdån - *Galeopsis speciosa*
3. Höstvet - *Triticum aestivum* *
4. Jordrök - *Fumaria officinalis*
5. Rödplister - *Lamium purpureum*
6. Svinmålla - *Chenopodium album*
7. Åkerbinda - *Fallopia convovulus*
8. Åkerpilört - *Persicaria maculosa*
9. Åkerviol - *Viola arvensis*

*insådd

Inventering 27 juni.